

# محتويات الكتاب

## الباب الرابع

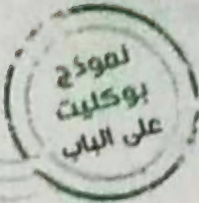
### الكيمياء الحرارية



المحتوى الحرارى.

1  
الفصل

- |              |     |                         |
|--------------|-----|-------------------------|
| الدرس الأول  | من  | الطاقة.                 |
|              | إلى | ما قبل المحتوى الحرارى. |
| الدرس الثانى | من  | المحتوى الحرارى.        |
|              | إلى | نهاية الفصل.            |



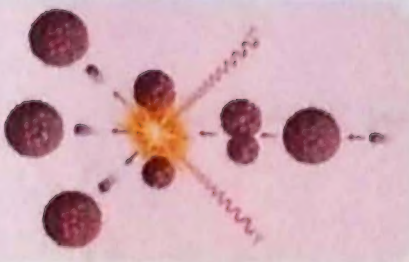
صور التغير فى المحتوى الحرارى.

2  
الفصل

- |              |     |   |
|--------------|-----|---|
| الدرس الأول  | من  | التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية والكيميائية. |
|              | إلى | ما قبل التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية.      |
| الدرس الثانى | من  | التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية.             |
|              | إلى | نهاية الفصل.  |

## الباب الخامس

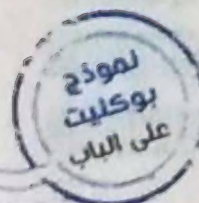
### الكيمياء النووية



نواة الذرة و الجسيمات الأولية.

1  
الفصل

- |              |     |                              |
|--------------|-----|------------------------------|
| الدرس الأول  | من  | مكونات الذرة.                |
|              | إلى | ما قبل القوى النووية القوية. |
| الدرس الثانى | من  | القوى النووية القوية.        |
|              | إلى | نهاية الفصل.                 |



النشاط الإشعاعى و التفاعلات النووية.

2  
الفصل

- |              |     |  |
|--------------|-----|--|
| الدرس الأول  | من  | التفاعلات النووية.                     |
|              | إلى | ما قبل تفاعلات التحول الصناعى للعناصر. |
| الدرس الثانى | من  | تفاعلات التحول الصناعى للعناصر.        |
|              | إلى | نهاية الفصل.                           |

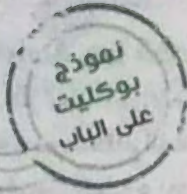


## الكيمياء الحرارية



## 1 الفصل

## المحتوى الحرارى.



## 2 الفصل

## صور التغير فى المحتوى الحرارى.

## أهداف الباب

بعد دراسة هذا الباب يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- (١) يميز بين المفاهيم و القوانين الأساسية فى الكيمياء الحرارية.
- (٢) يطبق العلاقة التى تربط بين كمية الحرارة و الحرارة النوعية و التغير فى درجة الحرارة.
- (٣) يفسر التغير فى المحتوى الحرارى (الإنتالپى المولارى) المصاحب للتفاعلات الكيميائية.
- (٤) يفسر التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب للتغيرات الفيزيائية المختلفة.
- (٥) يقارن بين أمثلة التفاعلات الطاردة و التفاعلات الماصة للحرارة.
- (٦) يطبق شروط المعادلة الكيميائية الحرارية.
- (٧) يطبق العلاقة بين طاقة التفاعلات الكيميائية و نوع التفاعل (طارد أم ماص للحرارة).
- (٨) يستخلص التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب للتغيرات الكيميائية من خلال البيانات المعطاة.



## المحتوى الحرارى

## أهم المفاهيم

- قانون بقاء الطاقة.
- علم الكيمياء الحرارية.
- علم الديناميكا الحرارية.
- النظام.
- الوسط المحيط.
- النظام المفتوح.
- النظام المغلق.
- النظام المعزول.
- القانون الأول للديناميكا الحرارية.
- الشغل.
- الجول.
- الحرارة النوعية.
- المحتوى الحرارى.
- التغير فى المحتوى الحرارى.
- المعادلة الكيميائية الحرارية.
- التفاعلات الطاردة للحرارة.
- التفاعلات الماصة للحرارة.
- طاقة الرابطة.

## الدرس الأول

من الطاقة

من

ما قبل المحتوى الحرارى

الى

## الدرس الثانى

من

المحتوى الحرارى

الى

نهاية الفصل

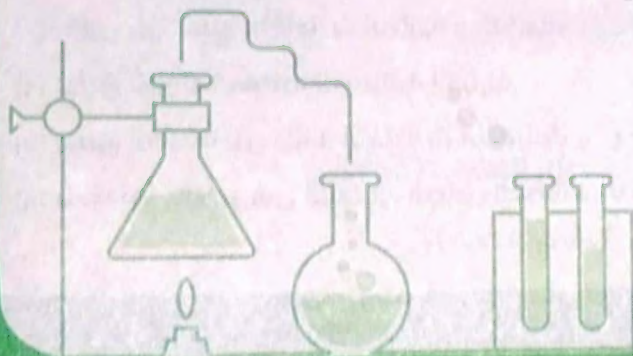
## نواتج التعلم

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- (١) يستنتج العلاقة بين علم الكيمياء الحرارية و علم الديناميكا الحرارية و قانون بقاء الطاقة.
- (٢) يقارن بين النظام المفتوح و النظام المغلق و النظام المعزول.
- (٣) يفرق بين الحرارة و درجة الحرارة.
- (٤) يحسب كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة فى الأنظمة المختلفة.
- (٥) يحدد صور الطاقة المخزنة داخل المادة.
- (٦) يحسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الكيميائى.
- (٧) يعبر عن التفاعل بمعادلة كيميائية حرارية.
- (٨) يقارن بين التفاعلات الماصة للحرارة و التفاعلات الطاردة للحرارة.
- (٩) يستنتج العلاقة بين طاقة الرابطة والتغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الكيميائى.

## أهم العناصر

- الطاقة.
- علم الكيمياء الحرارية :
- النظام و الوسط المحيط.
- القانون الأول للديناميكا الحرارية.
- الحرارة و درجة الحرارة.
- حساب كمية الحرارة.
- المُسعر الحرارى.
- المحتوى الحرارى.
- المعادلة الكيميائية الحرارية.
- التفاعلات الطاردة و التفاعلات الماصة للحرارة.
- طاقة الرابطة.





## الطاقة



القيام بالأنشطة العضلية  
يتطلب طاقة

\* للطاقة أهمية كبيرة فى حياتنا حيث لا نستطيع القيام بالأنشطة المختلفة (ذهنية ، عضلية) بدون الطاقة الناتجة من احتراق السكريات داخل أجسامنا.

## قانون بقاء الطاقة

\* للطاقة صور متعددة، منها :

- الطاقة الكيميائية.
- الطاقة الضوئية.
- الطاقة الكهربائية.
- الطاقة الحركية.
- الطاقة الحرارية.

\* ورغم التعدد فى صور الطاقة والتى تبدو كل صورة منها وكأنها مستقلة بذاتها عن باقى الصور، إلا أنه توجد علاقة بين جميع صور الطاقة حيث يمكن أن تتحول الطاقة من صورة لأخرى، وهو ما يعبر عنه قانون بقاء الطاقة.

## قانون بقاء الطاقة

الطاقة لا تبنى ولا تستحدث من العدم، لكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى.

## علم الكيمياء الحرارية

\* يختص علم الكيمياء الحرارية بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية، ويعتبر هذا العلم أحد فروع علم الديناميكا الحرارية.

- اتحاد غازى الهيدروجين والأكسجين لتكوين الماء يعتبر تفاعل كيميائى.
- ذوبان ملح نترات الأمونيوم فى الماء يعتبر تغير فيزيائى.

## علم الكيمياء الحرارية

فرع من فروع الديناميكا الحرارية يختص بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية.

## علم الديناميكا الحرارية

العلم الذى يختص بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها.

\* ومن المفاهيم الأساسية المرتبطة بالكيمياء الحرارية :

١ النظام و الوسط المحيط.

٢ القانون الأول للديناميكا الحرارية.

٢ الحرارة و درجة الحرارة.

٤ الحرارة النوعية.



## النظام و الوسط المحيط

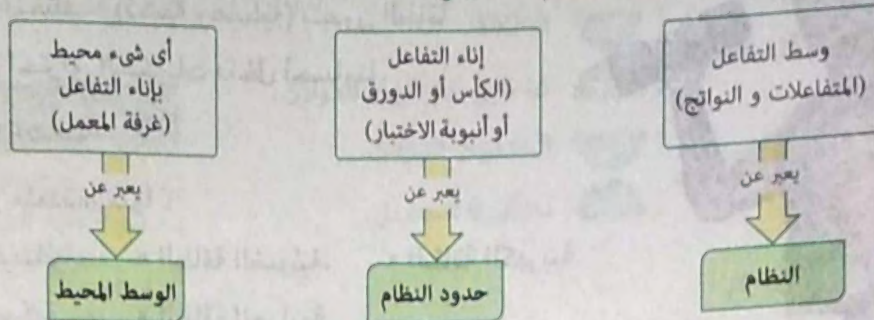
النظام

أى جزء من الكون يكون موضعاً للدراسة، تتم فيه تغيرات فيزيائية أو تفاعلات كيميائية.

الوسط المحيط

الحيز المحيط بالنظام والذي يمكن أن يتبادل معه المادة أو الطاقة أو كلاهما معاً.

\* يمكن التعبير عن التفاعل الكيميائي كنظام، كما يلي :



## العلاقة بين التفاعلات الكيميائية و الطاقة

\* معظم التفاعلات الكيميائية تكون مصحوبة بتغير فى الطاقة (فقد أو امتصاص طاقة)، وذلك عن طريق تبادل الطاقة بين وسط التفاعل (النظام) والوسط المحيط به.

## أنواع الأنظمة

\* تصنف الأنظمة تبعاً لقابليتها لتبادل الطاقة والمادة مع الوسط المحيط إلى :

## نظام معزول

النظام المعزول

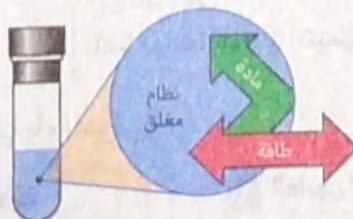
النظام الذى لا يسمح بتبادل أيًا من المادة أو الطاقة مع الوسط المحيط.



## نظام مغلق

النظام المغلق

النظام الذى يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط على هيئة حرارة أو شغل.



## نظام مفتوح

النظام المفتوح

النظام الذى يسمح بتبادل كل من المادة والطاقة مع الوسط المحيط.



قارن بين النظام المفتوح و النظام المغلق و النظام المعزول.



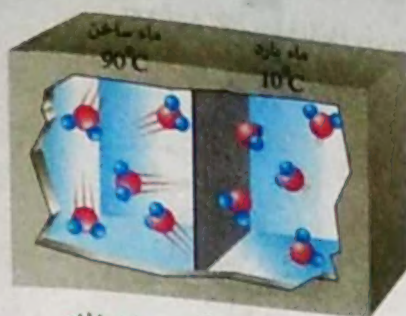






## 2 الحرارة (Heat) و درجة الحرارة (Temperature)

\* تعتبر الحرارة شكلاً من أشكال الطاقة، ويتوقف انتقالها من موضع (جسم) إلى آخر على الفرق في درجة الحرارة بينهما.



تزداد طاقة حركة جزيئات الماء  
بزيادة كمية الحرارة التي تكتسبها

### درجة الحرارة

مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة، يُستدل منه على حالة الجسم من حيث السخونة أو البرودة.

\* ذرات أو جزيئات المادة تكون في حالة حركة (اهتزاز) دائمة، ولكن تتفاوت سرعتها في المادة الواحدة.

\* عند اكتساب المادة (النظام) كمية من الطاقة الحرارية، يزداد متوسط سرعة جزيئاتها وبالتالي يزداد متوسط طاقة حركة الجزيئات مما يؤدي إلى ارتفاع

درجة حرارة النظام والعكس صحيح.

أى أن العلاقة بين درجة حرارة النظام

ومتوسط طاقة حركة جزيئاته علاقة طردية.

- ماذا يحدث عند اكتساب النظام طاقة حرارية من الوسط المحيط ؟
- ما العلاقة بين درجة حرارة النظام و طاقة حركة جزيئاته ؟

**علل :** يقال متوسط سرعة جزيئات المادة ولا يقال سرعة جزيئات المادة.  
لتفاوت سرعة جزيئات المادة الواحدة.

### وحدات قياس كمية الحرارة

الـجول 2

الـجول (J)

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1 g) من الماء النقي بمقدار  $\frac{1}{4.18} ^\circ\text{C}$

الشعر 1

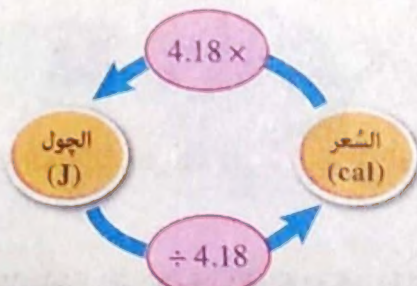
الشعر (cal)

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1 g) من الماء النقي بمقدار درجة واحدة مئوية ( $1^\circ\text{C}$ ) من  $15^\circ\text{C}$  إلى  $16^\circ\text{C}$

### العلاقة بين الشعر و الجول

$$1 \text{ J} = \frac{1}{4.18} \text{ Cal}$$

$$1 \text{ Cal} = 4.18 \text{ J}$$



تحويل وحدات قياس كمية الحرارة





## الحرارة النوعية (c)

### الحرارة النوعية

**ما معنى قولنا أن الحرارة النوعية للنحاس  $0.385 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$  ؟**

أى أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة  $1 \text{ g}$  من النحاس بمقدار  $1^\circ\text{C}$  تساوى  $0.385 \text{ J}$

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد ( $1 \text{ g}$ ) من المادة بمقدار درجة واحدة مئوية ( $1^\circ\text{C}$ )

\* تُقدر الحرارة النوعية بوحدة  $\text{J/g} \cdot ^\circ\text{C}$

\* والجدول التالى يوضح قيم الحرارة النوعية لبعض المواد :

المادة	النحاس	الحديد	الكربون	الألومنيوم	بخار الماء	الماء السائل
الحرارة النوعية ( $\text{J/g} \cdot ^\circ\text{C}$ )	0.385	0.448	0.711	0.9	2.01	4.18

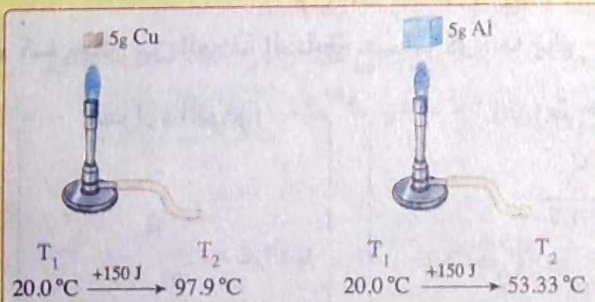
\* ومنه نستنتج أن :

- الحرارة النوعية خاصية مميزة للمادة ... **علل ؟** لأنها مقدار ثابت للمادة الواحدة، يختلف من مادة إلى أخرى.
- الحرارة النوعية للماء أكبر من الحرارة النوعية لأى مادة أخرى ... **علل ؟** لأن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة  $1 \text{ g}$  من الماء بمقدار  $1^\circ\text{C}$  أكبر مما لأى مادة أخرى.
- الحرارة النوعية للمادة الواحدة تختلف باختلاف حالتها الفيزيائية.

**علل :** يقوم المزارعون فى البلدان ذات الجو شديد البرودة برش أشجار الفاكهة بالماء

لارتفاع الحرارة النوعية للماء فيستغرق خفض درجة حرارته وقتاً طويلاً، وهو ما يحمي ثمار الأشجار من التجمد.

\* المادة التى تحتاج لاكتساب كمية حرارة كبيرة لترتفع درجة حرارتها تكون حرارتها النوعية مرتفعة، ويستغرق رفع أو خفض درجة حرارة هذه المادة وقتاً طويلاً، والعكس صحيح.



**ماذا يحدث عند تسخين كتلتان متساويتان من النحاس (حرارته النوعية  $0.385 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ) والألومنيوم (حرارته النوعية  $0.9 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ) لهما نفس درجة الحرارة الابتدائية لفترة زمنية متساوية باستخدام نفس مصدر الحرارة ؟ مع التعليل.**

ترتفع درجة حرارة النحاس بدرجة أكبر من الألومنيوم، لأن الحرارة النوعية للنحاس أقل من الحرارة النوعية للألومنيوم.



## حساب كمية الحرارة

\* العمليات التي تتضمن تغير في درجة الحرارة، قد تكون :

## عمليات طاردة للحرارة



$$T_{\text{sys}} > T_{\text{sur}}$$

يفقد النظام طاقة حرارية

تنتقل فيها الحرارة من النظام إلى الوسط المحيط، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط  $T_{\text{sur}}$  وانخفاض درجة حرارة النظام  $T_{\text{sys}}$  إلى أن تتساوى درجة حرارتهما

$$(T_{\text{sys}} = T_{\text{sur}})$$

## عمليات ماصة للحرارة



$$T_{\text{sur}} > T_{\text{sys}}$$

يكتسب النظام طاقة حرارية

تنتقل فيها الحرارة من الوسط المحيط إلى النظام، مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الوسط المحيط  $T_{\text{sur}}$  وارتفاع درجة حرارة النظام  $T_{\text{sys}}$  إلى أن تتساوى درجة حرارتهما

$$(T_{\text{sur}} = T_{\text{sys}})$$

تتناسب كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة تناسباً طردياً مع مقدار التغير في درجة الحرارة.

\* يمكن حساب كمية الحرارة اللازمة لرفع أو خفض درجة حرارة النظام أو الوسط المحيط من العلاقة :

كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة  $q$   
تحت ضغط ثابت  $p$

الكتلة

الحرارة النوعية

التغير في درجة الحرارة  
 $\Delta T = T_2 - T_1$

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T$$

(J) (g) (J/g, °C) (°C)

\* كما يمكن من العلاقة السابقة حساب كل مما يأتي :

كتلة المادة

$$m = \frac{q_p}{c \Delta T}$$

التغير في درجة الحرارة

$$\Delta T = \frac{q_p}{m \cdot c}$$

$$T_1 \text{ (درجة الحرارة الابتدائية)} = T_2 - \Delta T$$

$$T_2 \text{ (درجة الحرارة النهائية)} = \Delta T + T_1$$

الحرارة النوعية

$$c = \frac{q_p}{m \Delta T}$$

الكتب العلاقة الرياضية التي تربط بين كمية الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت و الحرارة النوعية.







(١) احسب كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 100 g من الماء النقي بمقدار 21.5°C

الحل :

$$q_p = ? , m = 100 \text{ g} , \Delta T = 21.5^\circ\text{C} , c = 4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$q_p = mc\Delta T$$

$$= 100 \times 4.18 \times 21.5 = 8987 \text{ J}$$

(٢) احسب كمية الحرارة (بالجول و السعير) اللازمة لرفع درجة حرارة قطعة من الحديد كتلتها 1.3 g من 25°C إلى 46°C، علماً بأن الحرارة النوعية للحديد 0.448 J/g.°C

الحل :

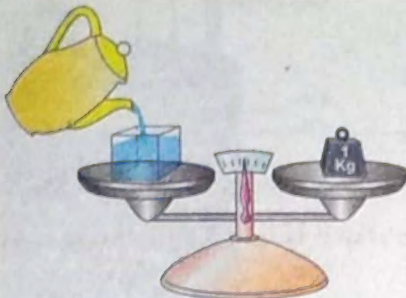
$$q_p = ? , m = 1.3 \text{ g} , T_1 = 25^\circ\text{C} , T_2 = 46^\circ\text{C} , c = 0.448 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 46 - 25 = 21^\circ\text{C}$$

$$q_p = mc\Delta T = 1.3 \times 0.448 \times 21 = 12.23 \text{ J}$$

$$q_{p(\text{cal})} = \frac{12.23}{4.18} = 2.926 \text{ cal}$$

لتحويل كمية الحرارة من وحدة الجول (J) إلى وحدة السعير (cal) يتم القسمة على 4.18



كتلة 1 L (1000 mL) من الماء تساوي 1 kg

\* في المحاليل المخففة :

• الحرارة النوعية للمحلول =

الحرارة النوعية للماء (4.18 J/g.°C)

• كتلة 1 mL من المحلول المخفف تساوي 1 g

لأن كثافة الماء 1 g/cm<sup>3</sup>

(٣) احسب كمية الحرارة المصاحبة لعملية ذوبان مول من نترات الأمونيوم في مقدار من الماء لعمل محلول حجمه 100 mL، علماً بأن درجة الحرارة قد انخفضت من 25°C إلى 17°C

الحل :

$$q_p = ? , m = 100 \text{ g} , T_1 = 25^\circ\text{C} , T_2 = 17^\circ\text{C} , c = 4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$q_p = mc\Delta T$$

$$= 100 \times 4.18 \times (17 - 25) = -3344 \text{ J}$$

الإشارة السالبة لقيمة  $q_p$  تعني أن الوسط المحيط فقد كمية من الحرارة مقدارها 3344 J وهي التي اكتسبها النظام



(٤) احسب الحرارة النوعية لمادة مجهولة كتلتها 155 g، ترتفع درجة حرارتها من 25°C إلى 40°C عندما تمتص كمية من الحرارة مقدارها 5700 J

الحل :

$$c = ? , m = 155 \text{ g} , T_1 = 25^\circ\text{C} , T_2 = 40^\circ\text{C} , q_p = 5700 \text{ J}$$

$$c = \frac{q_p}{m \Delta T}$$

$$= \frac{5700}{155 \times (40 - 25)}$$

$$= 2.45 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

(٥) احسب قيمة الحرارة النوعية للماء بوحدة J/kg.°C

الحل :

$$\therefore C = 4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$$

$$\therefore C (\text{J/kg}^\circ\text{C}) = 4.18 \times 1000$$

$$= 4180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

(٦) عينة من الرمل كتلتها 6 kg ودرجة حرارتها الابتدائية 20°C اكتسبت كمية من الحرارة مقدارها 65000 J احسب درجة الحرارة النهائية للعينة، علماً بأن الحرارة النوعية للرمل 840 J/kg.°C

الحل :

$$m = 6 \text{ kg} , T_1 = 20^\circ\text{C} , q_p = 65000 \text{ J} , T_2 = ? , c = 840 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \frac{q_p}{mc}$$

$$= \frac{65000}{6 \times 840} = 12.897^\circ\text{C}$$

$$T_2 = \Delta T + T_1$$

$$= 12.897 + 20 = 32.897^\circ\text{C}$$

إذا كانت الكتلة مقدرة بوحدة (kg)  
والحرارة النوعية مقدرة بوحدة (J/kg.°C)  
فيمكن التعويض بهم في القانون دون تحويل





## المسعر الحرارى

### التركيب

- أثناء معزول لمنع تبادل الطاقة و المادة مع الوسط المحيط.
- ترمومتر.
- ساق للتقليب.
- مواد متفاعلة وتمثل النظام المعزول.

### الاستخدام

- \* يستخدم فى قياس التغيرات الحادثة فى درجة حرارة التفاعلات الكيميائية بمعلومية كل من درجة الحرارة الابتدائية  $T_1$  و درجة الحرارة النهائية  $T_2$

### فكرة العمل

- \* يعمل المسعر الحرارى كنظام معزول للمواد التى بداخله ... **علل؟**
- لأنه يمنع فقد أو اكتساب أيًا من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط.
- \* وهناك عدة أنواع من المسعرات الحرارية، منها مسعر القنبلة.



مسعر حرارى  
«مسعر كوب الفلوة»

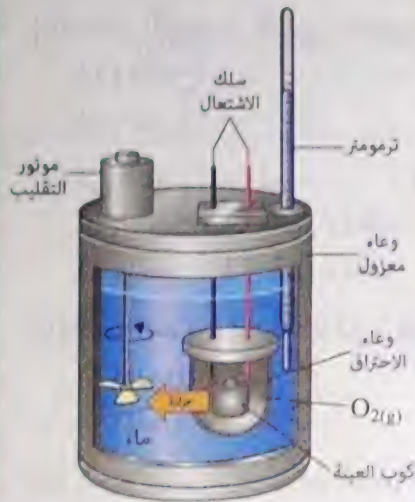
### مسعر القنبلة

### الاستخدام

- \* يستخدم فى قياس حرارة احتراق بعض المواد.

### طريقة الاستخدام

- \* يتم وضع كمية معلومة من المادة المطلوب حساب حرارة احتراقها فى وعاء معزول من الصلب يُعرف بوعاء الاحتراق والذى يحاط بسائل التبادل الحرارى (الماء غالبًا).
- \* يتم حرق المادة فى وفرة من غاز الأكسجين تحت الضغط الجوى المعتاد بواسطة سلك الاشتعال الكهربى.
- \* تنتقل كمية من الحرارة من النظام (المادة المحترقة) إلى الوسط المحيط (الماء) فترتفع درجة حرارة الماء بمقدار الطاقة الناتجة عن عملية الاحتراق.
- \* يتم تعيين حرارة احتراق المادة بدلالة الارتفاع فى درجة حرارة الماء.



مسعر القنبلة

**؟ ولماذا؟** ما السائل المستخدم كمادة يتم معها التبادل الحرارى فى مسعر القنبلة؟

الماء / لارتفاع حرارته النوعية مما يسمح له باكتساب أو فقد كمية كبيرة من الطاقة.



## المحتوى الحرارى

\* تختزن كل مادة قدرًا محددًا من الطاقة، يُعرف بالطاقة الداخلية، وهو يساوى محصلة الطاقات الثلاث الآتية :

### ٣ الطاقة المخزنة بين الجزيئات

\* تتمثل فى قوى التجاذب بين جزيئات المادة حيث يوجد عدة قوى، منها :

- قوى جذب فاندرفال وهى عبارة عن طاقة وضع.
- الروابط الهيدروجينية والتى تتوقف على طبيعة الجزيئات وقطبيتها.

### ٢ الطاقة المخزنة فى الجزيء

تتمثل فى طاقة الروابط الكيميائية الموجودة بين ذرات كل جزيء (أو أيونات كل وحدة صيغة)، سواء كانت تلك الروابط تساهمية أو أيونية

### ١ الطاقة المخزنة فى الذرة

تتمثل فى طاقة الإلكترونات فى مستويات الطاقة، وهى محصلة طاقتى الوضع والحركة لكل إلكترون فى مستوى طاقته

\* ويطلق على محصلة هذه الطاقات الثلاث فى المول الواحد من المادة مصطلح المحتوى الحرارى أو الإنتالبي المولارى (H).

### المحتوى الحرارى (الإنتالبي المولارى) H

مجموع الطاقات المخزنة فى مول واحد من المادة.

يقدر المحتوى الحرارى بوحدة  $\text{kJ/mol}$

**ما معنى أن الإنتالبي المولارى لغاز  $\text{NO}_2$  يساوى  $33.58 \text{ kJ/mol}$  ؟**

أى أن مجموع الطاقات المخزنة فى  $1 \text{ mol}$  من غاز  $\text{NO}_2$  يساوى  $33.58 \text{ kJ}$

**علل : يختلف المحتوى الحرارى من مادة لأخرى.**

لاختلاف المواد عن بعضها فى عدد ونوع الذرات الداخلة فى تركيب الجزيئات (أو أيونات وحدات الصيغة) ونوع الروابط الموجودة بين تلك الذرات (أو الأيونات).





## الدرس الثالث

\* لا يمكن عملياً قياس الإنثالبي المولارى (المحتوى الحرارى) لمادة معينة، ولكن يمكن تعيين التغير فى الإنثالبي المولارى (التغير فى المحتوى الحرارى) للتفاعل  $\Delta H$  عند تحول المادة إلى مادة أخرى أثناء التفاعل الكيميائى.

### التغير فى المحتوى الحرارى $\Delta H$

الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للنواتج ومجموع المحتوى الحرارى للمتفاعلات.

التغير فى المحتوى الحرارى = المحتوى الحرارى للنواتج - المحتوى الحرارى للمتفاعلات

$$\Delta H = H_{\text{prod}} - H_{\text{react}}$$

«نواتج»      «متفاعلات»

ويمكن كتابته على الصورة

الظروف القياسية عند حساب  $\Delta H^\circ$

- الضغط = 1 atm «الضغط الجوى المعتاد»
- درجة الحرارة = 25°C «درجة حرارة الغرفة»
- التركيز = 1 M «التركيز المولارى»

\* ويطلق على التغير فى المحتوى الحرارى لآى تفاعل يتم فى الظروف القياسية مصطلح التغير فى المحتوى الحرارى القياسى  $\Delta H^\circ$  والذي يحدد من العلاقة :

التغير فى المحتوى الحرارى  
القياسى للنظام

$\Delta H^\circ$

=

$\frac{-q_p}{n}$

كمية الحرارة  
(المنطلقة أو الممتصة)

عدد مولات المادة

\* مع مراعاة الإشارات الموضحة بالجدول التالى :

العمليات الماصة للحرارة	العمليات الطاردة للحرارة	
$-\Delta T$	$+\Delta T$	التغير فى درجة الحرارة
$-q$ (طاقة ممتصة)	$+q$ (طاقة منطلقة)	الطاقة الحرارية المصاحبة للنظام (كمية الحرارة)
$+\Delta H$	$-\Delta H$	مقدار التغير فى المحتوى الحرارى

### أمثلة

(١) احسب كمية الحرارة المنطلقة من احتراق 5.76 g من غاز الميثان  $\text{CH}_4$  فى وعاء من غاز الأكسجين

[C = 12, H = 1]

عند ثبوت الضغط، وفقاً للتفاعل :



الحل : الكتلة المولية لمركب  $\text{CH}_4 = (1 \times 4) + 12 = 16 \text{ g/mol}$

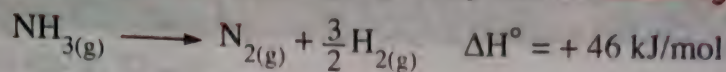
$$0.36 \text{ mol} = \frac{5.76}{16} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = (n) \text{ عدد المولات}$$

$$\Delta H^\circ = \frac{-q_p}{n}$$

$$\Delta q_p = -\Delta H^\circ \times n = -(-890 \times 0.36) = +320.4 \text{ kJ}$$



(٢) احسب كمية الحرارة الممتصة عند تفكك 85 g من غاز النشادر، تبعاً للمعادلة التالية :



[N = 14 , H = 1]

الحل :

الكتلة المولية لمركب  $\text{NH}_3$   $17 \text{ g/mol} = (1 \times 3) + 14$

عدد المولات (n) =  $\frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \frac{85}{17}$

$$\therefore \Delta H^\circ = \frac{-q_p}{n}$$

$$\therefore q_p = -\Delta H^\circ \times n = -(+46 \times 5) = -230 \text{ kJ}$$



(٣) الشكل المقابل يعبر عن عملية تسخين 500 g من الماء

بالطاقة الحرارية الناتجة من احتراق زيت الزيتون،

مستعيناً بالجدول التالي :

21°C	درجة حرارة الماء الابتدائية
-41 kJ/g	$\Delta H$ لاحتراق زيت الزيتون
28 kJ	كمية الحرارة المفقودة

احسب درجة الحرارة النهائية للماء بعد الاحتراق التام لـ 2.97 g من زيت الزيتون.

الحل :

كمية الحرارة المنطلقة من احتراق 2.97 g من زيت الزيتون =

$$q_{p(\text{زيت الزيتون})} = -(\Delta H \times m)$$

$$= -(-41 \times 2.97) = 121.77 \text{ kJ}$$

إذا كانت قيمة  $\Delta H$  مقدرة بوحدة (kJ/g) فيتم التعويض في القانون بالكتلة (m) بدلاً من عدد المولات (n)

كمية الحرارة اللازمة لتسخين 500 g من الماء = كمية الحرارة المنطلقة - كمية الحرارة المفقودة

$$q_{p(\text{ماء})} = q_{p(\text{زيت الزيتون})} - q_{p(\text{المفقودة})}$$

$$= 121.77 - 28 = 93.77 \text{ kJ} = 93770 \text{ J}$$

$$\therefore q_{p(\text{ماء})} = mc\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{q_p}{mc} = \frac{93770}{500 \times 4.18} = 44.87^\circ\text{C}$$

$$\therefore T_2 = \Delta T + T_1 = 44.87 + 21 = 65.87^\circ\text{C}$$



# التفاعلات الطاردة للحرارة و التفاعلات الماصة للحرارة

تصنف التفاعلات الكيميائية تبعاً للتغيرات الحرارية المصاحبة لها إلى :

## تفاعلات ماصة للحرارة

### التفاعلات الماصة للحرارة

تفاعلات يلزم لحدوثها امتصاص طاقة حرارية من الوسط المحيط، فتتخفض درجة حرارته.



تفاعلات ماصة للحرارة

## تفاعلات طاردة للحرارة

### التفاعلات الطاردة للحرارة

تفاعلات ينتج عنها انطلاق طاقة حرارية، كنتاج من نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط، فتترفع درجة حرارته.



تفاعلات طاردة للحرارة

## مسار الطاقة الحرارية

- تنتقل الطاقة الحرارية من الوسط المحيط إلى النظام، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة النظام.
- انخفاض درجة حرارة الوسط المحيط.



تفاعل ماص للحرارة

- تنتقل الطاقة الحرارية من النظام إلى الوسط المحيط، مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة النظام.
- ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط.



تفاعل طارد للحرارة

## التغير في المحتوى الحراري القياسي ( $\Delta H^\circ$ )

- قيمة  $\Delta H^\circ$  للتفاعلات الماصة للحرارة تكون بإشارة موجبة ... **علل؟**
- لأن المحتوى الحراري (الإنتالبي) للنواتج أكبر من المحتوى الحراري للمتفاعلات.

$$\therefore H_{\text{prod}} > H_{\text{react}}$$

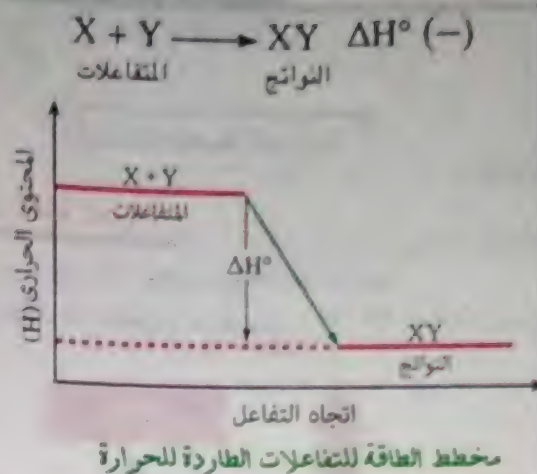
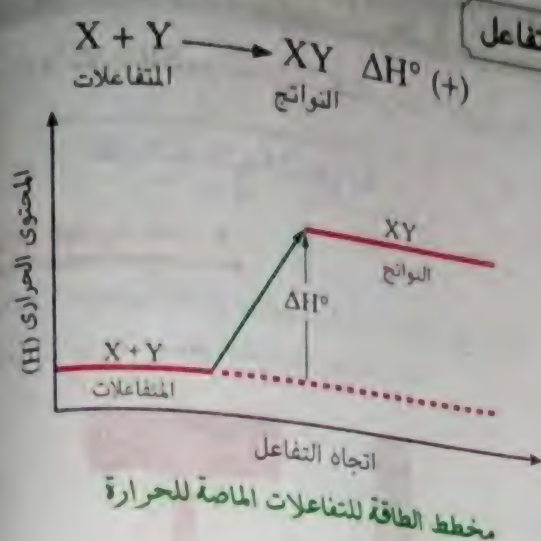
$$\therefore H_{\text{prod}} - H_{\text{react}} = \Delta H^\circ > 0$$

- قيمة  $\Delta H^\circ$  للتفاعلات الطاردة للحرارة تكون بإشارة سالبة ... **علل؟**
- لأن المحتوى الحراري (الإنتالبي) للنواتج أقل من المحتوى الحراري للمتفاعلات.

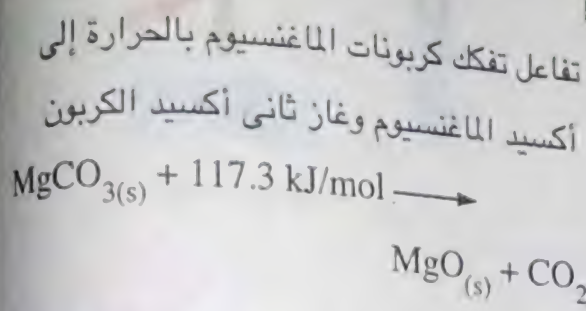
$$\therefore H_{\text{prod}} < H_{\text{react}}$$

$$\therefore H_{\text{prod}} - H_{\text{react}} = \Delta H^\circ < 0$$

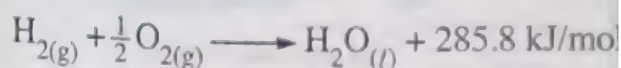




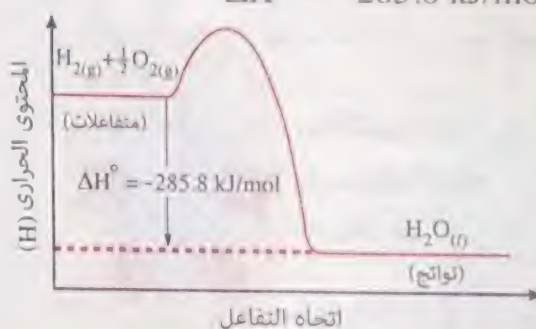
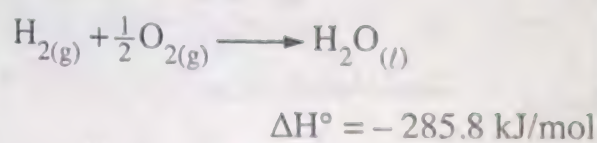
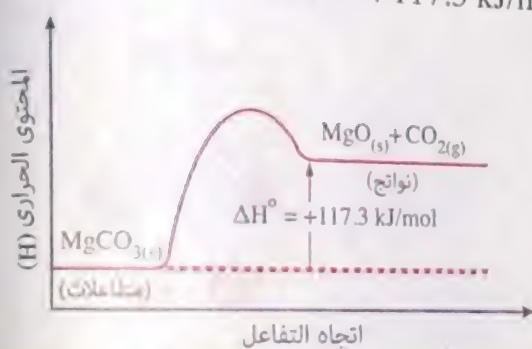
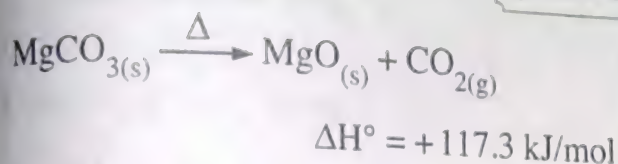
## تطبيق



تفاعل اتحاد غازي الهيدروجين والأكسجين  
لتكوين الماء



## مخطط الطاقة للتفاعل

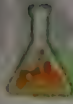


علل ؟

(٢) التفاعلات الماصة للحرارة تكون مصحوبة بامتصاص قدر من الطاقة الحرارية. لأن مجموع المحتوى الحراري للمواد الناتجة يكون أكبر مما للمواد المتفاعلة، وتبعا لقانون بقاء الطاقة لابد من تعويض النقص في حرارة المتفاعلات في صورة طاقة ممتصة.

(١) التفاعلات الطاردة للحرارة تكون مصحوبة بانطلاق قدر من الطاقة الحرارية. لأن مجموع المحتوى الحراري للمواد الناتجة يكون أقل مما للمواد المتفاعلة، وتبعا لقانون بقاء الطاقة لابد من تعويض النقص في حرارة النواتج في صورة طاقة منطلقة.





## المعادلة الكيميائية الحرارية

### المعادلة الكيميائية الحرارية

معادلة كيميائية رمزية موزونة تتضمن قيمة التغير في المحتوى الحراري (الإنثالبي المولاري) المصاحب للتفاعل والذي يمثل أحياناً في المعادلة كأحد المتفاعلات أو النواتج.

\* الجدول التالي يوضح الشروط الواجب مراعاتها عند كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية :

تطبيق	شروط كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية
$\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H^\circ = -285.8 \text{ kJ/mol}$	<p>① يلزم أن تكون المعادلة <b>موزونة</b>، ويمكن كتابة المعاملات في صورة كسور.</p>
$\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(v)} \quad \Delta H^\circ = -242 \text{ kJ/mol}$	<p>② يلزم كتابة <b>الحالة الفيزيائية</b> للمتفاعلات والنواتج.</p>
<p>«تتغير قيمة <math>\Delta H^\circ</math> للماء بتغير حالته الفيزيائية»</p>	<p>③ أن تكون قيمة <math>\Delta H</math>، مسبقة بإشارة :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• موجبة إذا كانت العملية ماصة للحرارة.</li> <li>• سالبة إذا كانت العملية طاردة للحرارة.</li> </ul>
$\text{H}_2\text{O}_{(s)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H^\circ = +6 \text{ kJ/mol}$ <p style="text-align: center;">* بضرب المعادلة <math>\times 2</math></p> $2\text{H}_2\text{O}_{(s)} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H = 2 \times (+6) = +12 \text{ kJ}$	<p>④ عند قسمة أو ضرب معاملات طرفي المعادلة بمعامل عددي معين، تجري نفس العملية على قيمة التغير في المحتوى الحراري <math>\Delta H</math></p>
$\text{H}_2\text{O}_{(s)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H^\circ = +6 \text{ kJ/mol}$ $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(s)} \quad \Delta H^\circ = -6 \text{ kJ/mol}$	<p>⑤ عند عكس العملية (اتجاه سير التفاعل)، يتم عكس إشارة <math>\Delta H^\circ</math></p>

### عالم

- (١) عند وزن المعادلة الكيميائية الحرارية يمكن كتابة المعاملات في صورة كسور وليس بالضرورة أعداد صحيحة. لأن المعاملات تمثل عدد مولات المتفاعلات والنواتج وليس عدد الجزيئات.
- (٢) يلزم كتابة الحالة الفيزيائية لكل من المتفاعلات والنواتج في المعادلة الكيميائية الحرارية. لأن المحتوى الحراري (الإنثالبي المولاري) للمادة يتغير بتغير حالتها الفيزيائية.



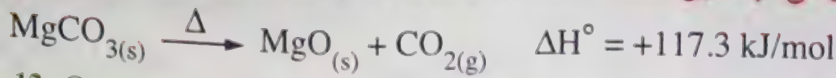
ما التفسير العلمى لكون قيمة  $\Delta H^\circ$  للعملية التالية بإشارة موجبة :



لأن تحول الثلج إلى ماء سائل يلزمه امتصاص قدر من الطاقة الحرارية لكسر الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الثلج.

### مثال

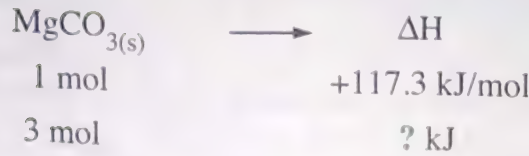
احسب مقدار التغير فى الإنتالپى لعملية انحلال 252 g من كربونات الماغنسيوم، تبعاً للتفاعل :



[Mg = 24 , C = 12 , O = 16]

الحل : الكتلة المولية لمركب  $\text{MgCO}_3$   $84 \text{ g/mol} = (16 \times 3) + 12 + 24$

$$3 \text{ mol} = \frac{252}{84} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \text{عدد مولات } \text{MgCO}_3$$



∴ مقدار التغير فى الإنتالپى ( $\Delta H$ ) الناتج عن انحلال 252 g (3 mol) من  $\text{MgCO}_3$

$$351.9 \text{ kJ} = 117.3 \times 3 =$$

### طاقة الرابطة

\* تخزن الروابط الكيميائية الطاقة الكيميائية فى صورة طاقة وضع.

#### طاقة الرابطة

مقدار الطاقة اللازمة لكسر الرابطة أو المنطلقة عند تكوين الرابطة فى مول واحد من المادة.

فى التفاعل الكيميائى يتم

تكوين روابط جديدة بين ذرات جزيئات  
المواد الناتجة

كسر الروابط الموجودة بين ذرات جزيئات  
المواد المتفاعلة

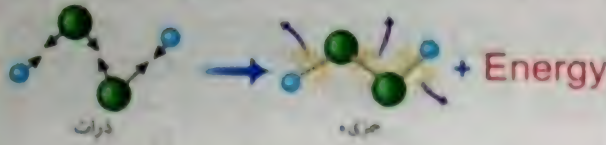






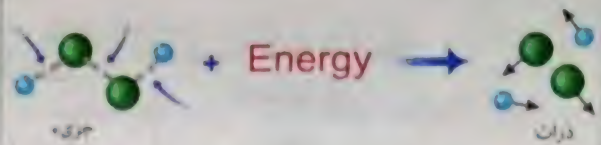
## الدرس الثاني

\* تكوين الروابط عملية طاردة للحرارة ... **علل؟**  
لأنها تكون مصحوبة بانطلاق مقدار من الطاقة  
إلى الوسط المحيط، وتكون قيمة  $\Delta H^\circ$  لها  
بإشارة سالبة.



تكوين الروابط عملية طاردة للحرارة

\* كسر الروابط عملية ماصة للحرارة ... **علل؟**  
لأنه يلزم لحدوثها امتصاص مقدار من الطاقة  
من الوسط المحيط، وتكون قيمة  $\Delta H^\circ$  لها  
بإشارة موجبة.



كسر الروابط عملية ماصة للحرارة

\* ويمثل التغير في المحتوى الحراري للتفاعل ( $\Delta H$ )

المجموع الجبري للطاقات الممتصة و المنطلقة أثناء التفاعل الكيميائي.

$$\Delta H = \text{الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات} + \text{الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج}$$

«بإشارة موجبة»                      «بإشارة سالبة»

وبناءً على ما سبق يمكن تحديد نوع التفاعل.

حيث أنه في:

### التفاعل الماص للحرارة



تكوين الروابط يطلق منه                      كسر الروابط يمتص  
مقدار أقل من الطاقة                      مقدار أكبر من الطاقة

يكون مقدار الطاقة الممتصة  
أثناء كسر الروابط في جزيئات المتفاعلات

**أكبر من**

مقدار الطاقة المنطلقة

أثناء تكوين الروابط في جزيئات النواتج

بإشارة موجبة

### التفاعل الطارد للحرارة



تكوين الروابط يطلق منه                      كسر الروابط يمتص  
مقدار أكبر من الطاقة                      مقدار أقل من الطاقة

يكون مقدار الطاقة المنطلقة  
أثناء تكوين الروابط في جزيئات النواتج

**أكبر من**

مقدار الطاقة الممتصة

أثناء كسر الروابط في جزيئات المتفاعلات

بإشارة سالبة

قيمة  $\Delta H^\circ$  له



**علل :** استخدام مفهوم متوسط طاقة الرابطة بدلاً من طاقة الرابطة.

لاختلاف طاقة الرابطة الواحدة، تبعاً لنوع المركب وحالته الفيزيائية.

\* والجدولان التاليان يوضحان متوسط الطاقة لبعض الروابط :

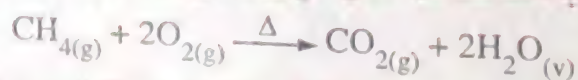
متوسط طاقة الرابطة (kJ/mol)	الرابطة	متوسط طاقة الرابطة (kJ/mol)	الرابطة
346	C - C	432	H - H
610	C = C	467	H - O
835	C ≡ C	413	H - C
358	C - O	389	H - N
803	C = O	498	O = O

**ما معنى قولنا أن متوسط طاقة الرابطة (C - C) يساوي 346 kJ/mol ؟**

أى أن مقدار الطاقة الممتصة عند كسر هذه الرابطة أو المنطلقة عند تكوينها فى 1 mol من المادة فى الظروف القياسية تساوى 346 kJ

### أمثلة

(٧) احسب  $\Delta H$  للتفاعل التالى، مع بيان نوع التفاعل (طارد أم ماص للحرارة).

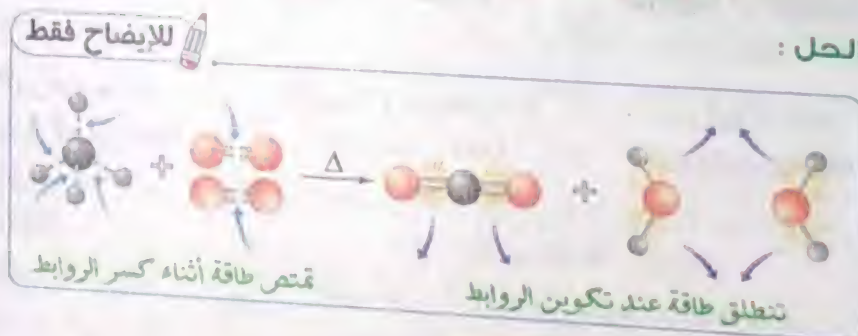


مستعيناً بقيم متوسط طاقة الروابط الموضحة بالجدول المقابل :

متوسط طاقة الرابطة (kJ/mol)	الرابطة
413	C - H
498	O = O
803	C = O
467	O - H

الحل :

للإيضاح فقط



\* الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات

$$= [4(\text{C} - \text{H}) + 2(\text{O} = \text{O})] = [(4 \times 413) + (2 \times 498)] = +2648 \text{ kJ}$$

\* الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

$$= [2(\text{C} = \text{O}) + 2 \times 2(\text{O} - \text{H})] = [(2 \times -803) + (4 \times -467)] = -3474 \text{ kJ}$$

$\Delta H = \text{الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات} + \text{الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج}$

$$\Delta H = (+2648) + (-3474) = -826 \text{ kJ}$$

∴ التفاعل طارد للحرارة.

∴ قيمة  $\Delta H$  بإشارة سالبة.





## الدرس الثاني

متوسط طاقة الرابطة (kJ/mol)	الرابطة
946	N ≡ N
432	H - H
163	N - N
389	N - H

(٢) احسب  $\Delta H$  للتفاعل :



مستعيناً بقيم متوسط طاقة الروابط الموضحة بالجدول المقابل،  
ثم حدد نوع التفاعل (طارد للحرارة أم ماص للحرارة)، مع بيان السبب.

الحل :

\* الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات

$$= [(N \equiv N) + 2(H - H)] = [946 + (2 \times 432)] = +1810 \text{ kJ}$$

\* الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

$$= [4(N - H) + (N - N)] = [(4 \times -389) + (-163)] = -1719 \text{ kJ}$$

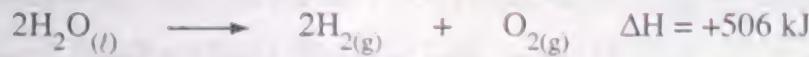
$\Delta H =$  الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات + الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

$$\Delta H = (+1810) + (-1719) = +91 \text{ kJ}$$

∴ قيمة  $\Delta H$  بإشارة موجبة. ∴ التفاعل ماص للحرارة.

لأن مقدار الطاقة الممتصة أثناء كسر الروابط في جزيئات المتفاعلات  $\gg$  مقدار الطاقة المنطلقة أثناء تكوين الروابط في جزيئات النواتج.

(٣) احسب متوسط طاقة الرابطة لغاز الأكسجين من المعادلة التالية :



علمًا بأن :  $(H - H) = 432 \text{ kJ/mol}$  ،  $(O - H) = 467 \text{ kJ/mol}$

الحل :



\* الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات

$$= [2 \times 2(O - H)] = 4 \times 467 = +1868 \text{ kJ}$$

$\Delta H =$  الطاقة الممتصة أثناء كسر روابط المتفاعلات + الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

الطاقة المنطلقة أثناء تكوين روابط النواتج

$$+506 = (+1868) - [2(H - H) + (O = O)]$$

$$+506 = (+1868) - [(2 \times 432) - (O = O)]$$

$$\therefore (O = O) = +1868 - 864 - 506 = 498 \text{ kJ/mol}$$



## صور التغير فى المحتوى الحرارى

**الدرس الأول** | من التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية و الكيميائية.

الى ما قبل التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية.

**الدرس الثانى** | من التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية.

الى نهاية الفصل.

### نواتج التعلم

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- (١) يفسر مصدر حرارة الذوبان ويستنتج ماهية حرارة الذوبان المولارية.
- (٢) يحسب حرارة الذوبان و حرارة الذوبان المولارية.
- (٣) يقارن بين الذوبان الطارد للحرارة و الذوبان الماص للحرارة.
- (٤) يستنتج ماهية حرارة التخفيف القياسية.
- (٥) يستنتج ماهية حرارة الاحتراق و حرارة التكوين.
- (٦) يعدد بعض الامثلة لحرارة الاحتراق.
- (٧) يحسب حرارة الاحتراق القياسية و حرارة التكوين القياسية.
- (٨) يستنتج العلاقة بين ثبات المركبات و حرارة التكوين.
- (٩) يستنبط نص قانون هس و أهميته.
- (١٠) يستخدم قانون هس فى حساب التغير فى المحتوى الحرارى لبعض التفاعلات.

### أهم المفاهيم

- حرارة الذوبان القياسية.
- حرارة الذوبان المولارية.
- الإماهة.
- حرارة التخفيف القياسية.
- حرارة الاحتراق.
- حرارة الاحتراق القياسية.
- حرارة التكوين.
- حرارة التكوين القياسية.
- قانون هس.

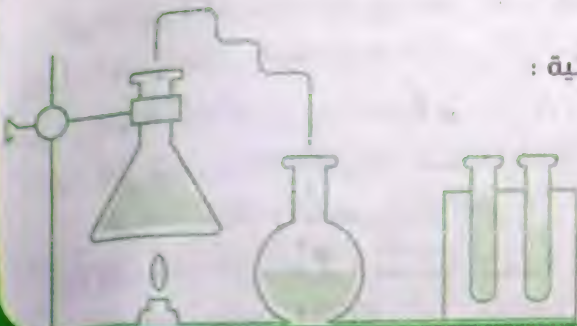
### أهم العناصر

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية :

- حرارة الذوبان القياسية.
- حرارة التخفيف القياسية.

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية :

- حرارة الاحتراق القياسية.
- حرارة التكوين القياسية.
- العلاقة بين حرارة التكوين و ثبات المركبات.
- قانون هس.





## التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية والكيميائية

- حساب التغير في المحتوى الحرارى من الأمور الهامة، لعمليات :
  - احتراق أنواع الوقود المختلفة، حيث يساهم عند تصميم المحركات فى تحديد نوع الوقود الملائم لها.
  - احتراق أنواع المواد المختلفة، حيث يساعد رجال الإطفاء فى تحديد أنسب الطرق لمكافحة الحرائق.
- تتعدد صور التغير فى المحتوى الحرارى تبعاً لنوع التغير الحادث، سواء كان :
  - تغيراً فيزيائياً.
  - تغيراً كيميائياً.

## التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية

- من صور التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية :

٢ حرارة التذفيف القياسية

١ حرارة الذوبان القياسية

### ١ حرارة الذوبان القياسية $\Delta H_{sol}^\circ$

- يصاحب عملية ذوبان مادة صلبة فى سائل ارتفاع أو انخفاض فى درجة حرارة المحلول الناتج.

#### ف عند إذابة

نترات الأمونيوم  $NH_4NO_3$  فى الماء  
تنخفض درجة حرارة المحلول الناتج

هيدروكسيد الصوديوم  $NaOH$  فى الماء  
ترتفع درجة حرارة المحلول الناتج

#### ويسمى الذوبان فى هذه الحالة

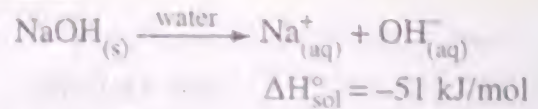
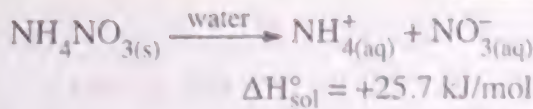
بالذوبان الماص للحرارة

وتكون قيمة حرارة الذوبان  $\Delta H_{sol}^\circ$  له  
بإشارة موجبة

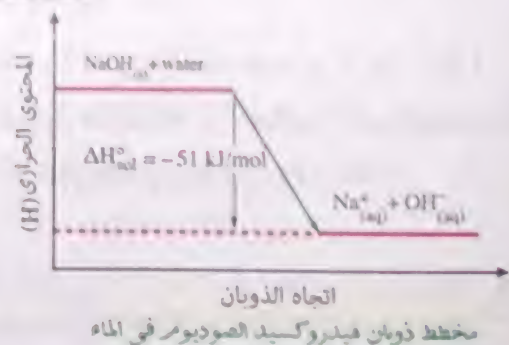
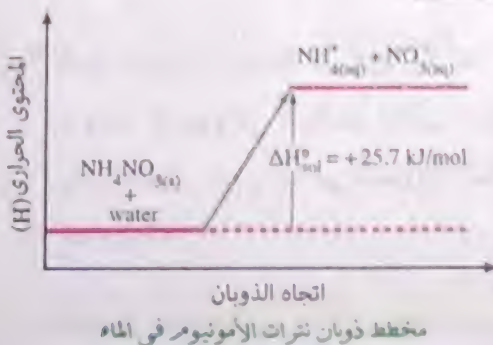
بالذوبان الطارد للحرارة

وتكون قيمة حرارة الذوبان  $\Delta H_{sol}^\circ$  له  
بإشارة سالبة

#### ويُعبر عنه بالمعادلة



#### ويُعبر عنه بمخطط الطاقة





**حرارة الذوبان  $\Delta H_{sol}$** 

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة المذاب في كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع.

\* وإذا تم الذوبان في الظروف القياسية تعرف بحرارة الذوبان القياسية  $\Delta H_{sol}^{\circ}$

**حرارة الذوبان القياسية  $\Delta H_{sol}^{\circ}$** 

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول من المذاب في كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع في الظروف القياسية.

\* ويمكن حساب كمية الحرارة (المنطلقة أو الممتصة) المصاحبة لعملية الذوبان من العلاقة :

التغير في درجة حرارة المحلول $\Delta T = T_2 - T_1$	الحرارة النوعية للمذيب	كتلة المحلول	كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة $q$ تحت ضغط ثابت $p$
$\Delta T$	$c$	$m$	$q_p$
$(^{\circ}\text{C})$	$(\text{J/g} \cdot ^{\circ}\text{C})$	$(\text{g})$	$(\text{J})$

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T$$

\* وإذا كان حجم المحلول الناتج عن ذوبان 1 مول من المذاب لتراً، فإن تركيز المحلول يصبح 1 مولر (1 mol/L) وتسمى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة في هذه الحالة بحرارة الذوبان المولارية.

**حرارة الذوبان المولارية**

مقدار التغير الحراري الناتج عن ذوبان مول من المذاب في كمية من المذيب لتكوين لتر من المحلول.

\* وإذا كانت كمية المادة المذابة لا تساوي 1 mol يمكن حساب حرارة الذوبان المولارية من العلاقة :

كمية الحرارة (المنطلقة أو الممتصة) المصاحبة للذوبان	حرارة الذوبان المولارية
$-q_p$	$\Delta H_{sol}$
عدد مولات المادة المذابة	

$$\Delta H_{sol} = \frac{-q_p}{n}$$

**ما معنى قولنا أن :**

(١) حرارة الذوبان القياسية لبروميد الليثيوم  $-49 \text{ kJ/mol}$  ؟  
(٢) حرارة الذوبان المولارية ليويديد الفضة  $+84.4 \text{ kJ/mol}$  ؟

أي أن

كمية الحرارة الممتصة عند ذوبان 1 mol من يودييد الفضة في كمية من المذيب لتكوين 1 L من المحلول تساوي 84.4 kJ

كمية الحرارة المنطلقة عند ذوبان 1 mol من بروميد الليثيوم في كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع منه في الظروف القياسية تساوي 49 kJ





(١) عند إذابة 80 g من NaOH في كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول، ارتفعت درجة الحرارة من 20°C إلى 44.4°C احسب :

(1) كمية الحرارة المصاحبة لعملية الذوبان، (ب) حرارة الذوبان المولارية.

(ج) هل هذا الذوبان طارد أم ماص للحرارة ؟ مع التفسير. [Na = 23 , O = 16 , H = 1]

الحل :

$$m_{(NaOH)} = 80 \text{ g} , c = 4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C} , m_{(المحلول)} = 1000 \text{ g} , T_1 = 20^\circ\text{C} , T_2 = 44.4^\circ\text{C} \quad (1)$$

$$q_p = m c \Delta T$$

$$= 1000 \times 4.18 \times (44.4 - 20) = +101992 \text{ J} = +101.992 \text{ kJ}$$

(ب) الكتلة المولية لمركب NaOH = 1 + 16 + 23 = 40 g/mol

$$2 \text{ mol} = \frac{80}{40} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \text{عدد مولات NaOH}$$

$$\Delta H_{\text{sol}} = \frac{-q_p}{n} = \frac{-101.992}{2} = -51 \text{ kJ/mol}$$

(ج) الذوبان طارد للحرارة / لأن قيمة  $\Delta H_{\text{sol}}$  له بإشارة سالبة.

(٢) عند إذابة 80 g من نترات الأمونيوم في كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول كانت درجة الحرارة الابتدائية 20°C والنهائية 14°C

(1) احسب التغير في المحتوى الحرارى لعملية الذوبان.

(ب) هل يعبر التغير الحرارى لهذا الذوبان عن حرارة الذوبان المولارية ؟ مع التفسير.

(ج) هل هذا الذوبان طارد أم ماص للحرارة ؟ مع التفسير. [N = 14 , O = 16 , H = 1]

الحل :

$$m_{(NH_4NO_3)} = 80 \text{ g} , c = 4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C} , m_{(المحلول)} = 1000 \text{ g} , T_1 = 20^\circ\text{C} , T_2 = 14^\circ\text{C} \quad (1)$$

$$q_p = m c \Delta T$$

$$= 1000 \times 4.18 \times (14 - 20) = -25080 \text{ J} = -25.08 \text{ kJ}$$

الكتلة المولية لمركب  $NH_4NO_3$  = (16 × 3) + 14 + (1 × 4) + 14 = 80 g/mol

$$1 \text{ mol} = \frac{80}{80} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \text{عدد مولات } NH_4NO_3$$

$$\Delta H_{\text{sol}} = \frac{-q_p}{n} = \frac{-(-25.08)}{1} = +25.08 \text{ kJ}$$

(ب) نعم يعبر التغير الحرارى لهذا الذوبان عن حرارة الذوبان المولارية /

لأن : • عدد مولات المادة المذابة (نترات الأمونيوم) = 1 mol

• حجم المحلول الناتج = 1 L

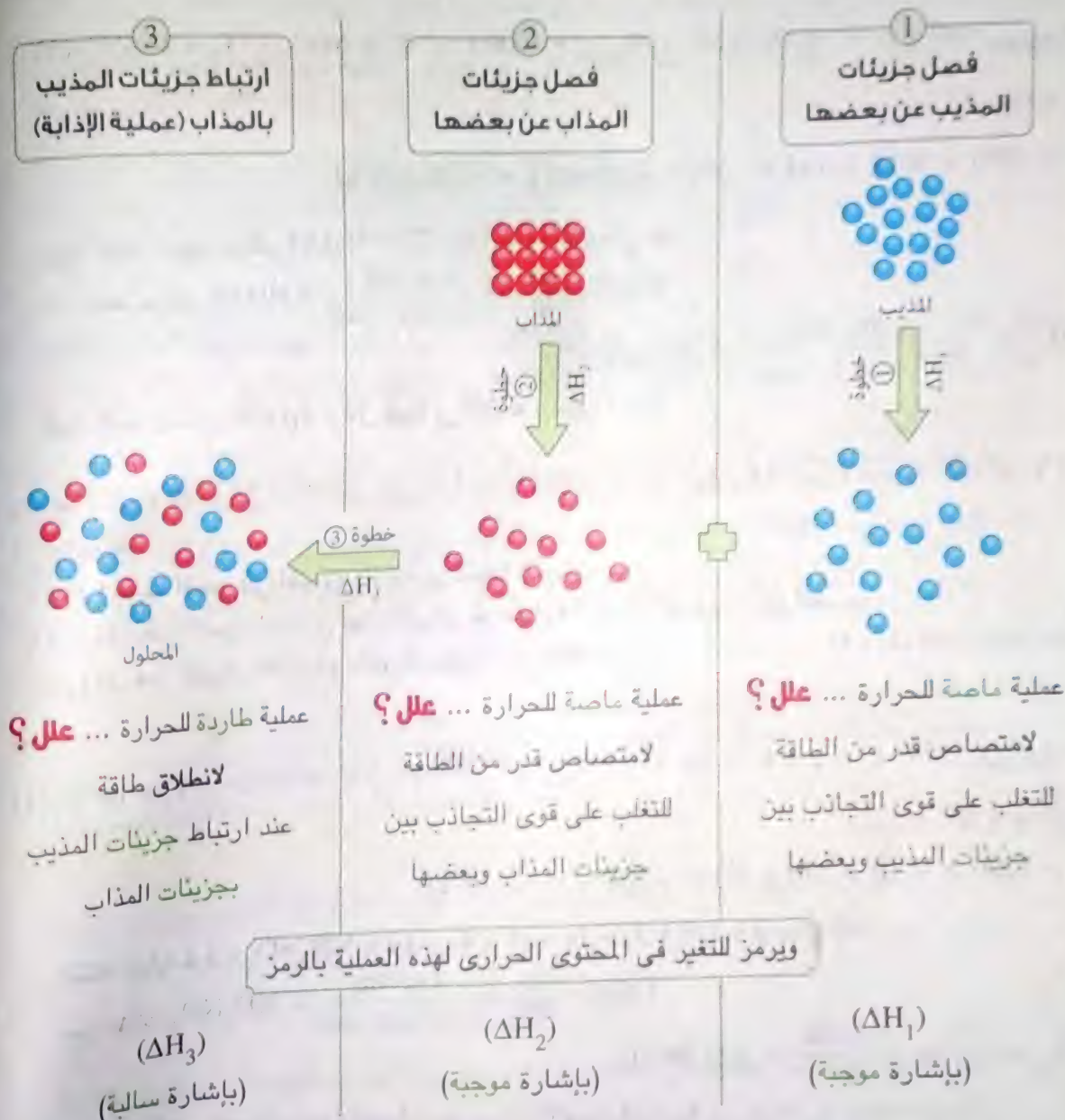
(ج) الذوبان ماص للحرارة / لأن قيمة  $\Delta H_{\text{sol}}$  له بإشارة موجبة.



## تفسير مصدر حرارة الذوبان

\* تتأثر عملية الذوبان بثلاث قوى، هي :

- قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها.
  - قوى التجاذب بين جزيئات المذاب وبعضها.
  - قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب.
- ولهذا تتم عملية الذوبان على ثلاث خطوات، كما يتضح فيما يلي :



ويرمز للتغير في المحتوى الحرارى لهذه العملية بالرمز

\* ويعرف المجموع الجبرى للطاقات الثلاث باسم حرارة ذوبان المحلول ( $\Delta H_{sol}$ )

$$\Delta H_{sol} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$





• وإذا كان المذيب المستخدم هو الماء، فإن :

• عملية الإذابة تُعرف بالإماهة.

• كمية الحرارة المنطلقة عن عملية الإذابة تُعرف بطاقة الإماهة.

الإماهة

طاقة الإماهة

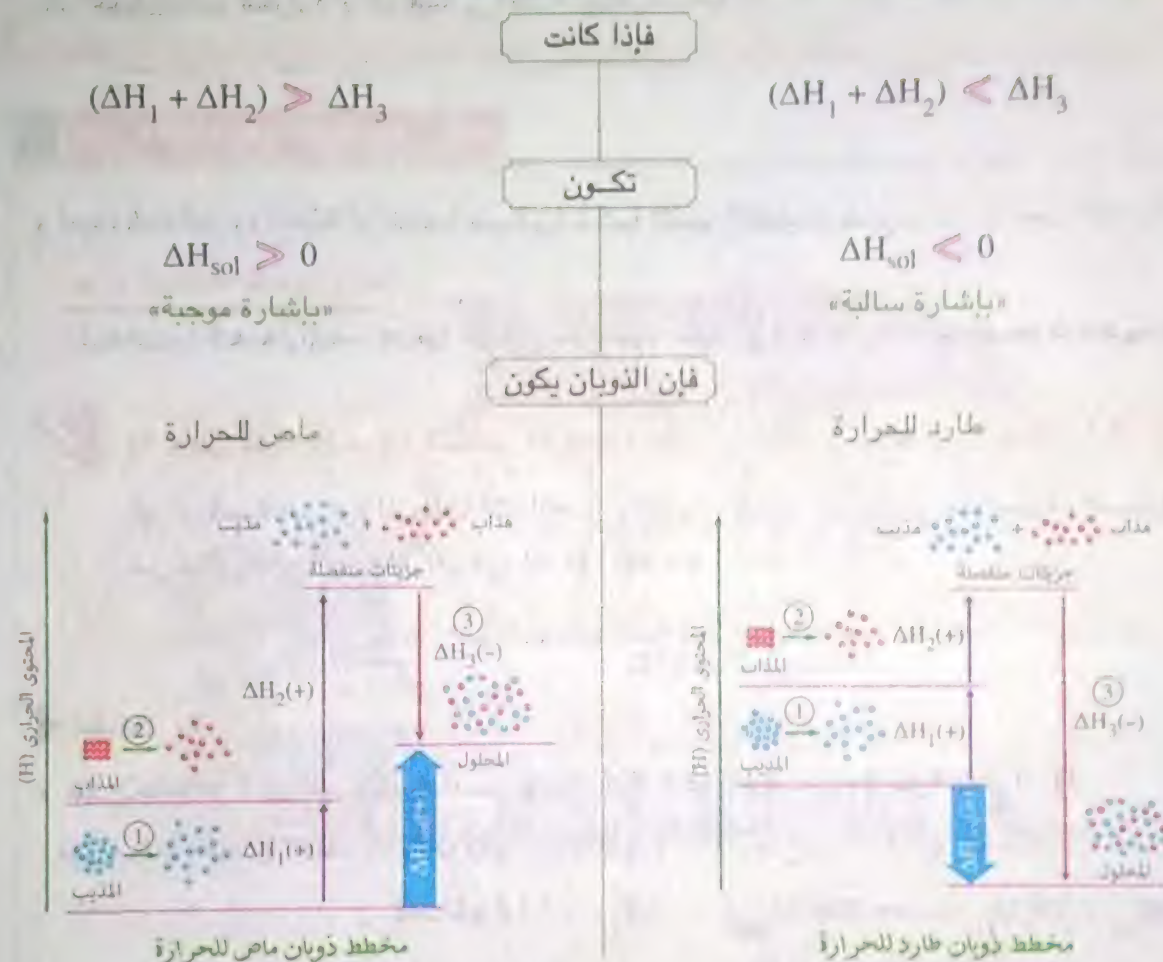
ارتباط أيونات أو جزيئات المذاب المتكئة بجزيئات الماء.

كمية الحرارة المنطلقة عند ارتباط أيونات أو جزيئات المذاب بجزيئات الماء.

**ما معنى قولنا أن طاقة إماهة أيونات الفضة تساوى  $-510 \text{ kJ/mol}$  ؟**

أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند ارتباط مول من أيونات الفضة بجزيئات الماء تساوى  $510 \text{ kJ}$

• ويتحدد نوع الذوبان من إشارة قيمة حرارة الذوبان ( $\Delta H_{\text{sol}}$ ) المصاحبة له :



**قارن بين الذوبان الطارد للحرارة والذوبان الماص للحرارة.**



## مثال

إذا أُذيب 1 mol من البوتاسا الكاوية في الماء وكانت طاقة فصل جزيئات المذيب عن بعضها 50 kJ وطاقة تفكك جزيئات المذاب عن بعضها 100 kJ وطاقة الإماهة 400 kJ **احسب حرارة ذوبان البوتاسا الكاوية في الماء، موضحاً نوع الذوبان طارد أم ماص للحرارة، مع بيان السبب.**

الحل :

$$\Delta H_1 = 50 \text{ kJ} , \quad \Delta H_2 = 100 \text{ kJ} , \quad \Delta H_3 = -400 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{sol}} &= \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 \\ &= 50 + 100 + (-400) = -250 \text{ kJ} \end{aligned}$$

∴ الذوبان طارد للحرارة / لأن قيمة  $\Delta H_{\text{sol}}$  له بإشارة سالبة.

٢ حرارة التخفيف القياسية  $\Delta H_{\text{dil}}^\circ$ 

\* تعرف كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة نتيجة زيادة كمية المذيب (التخفيف) باسم حرارة التخفيف القياسية  $\Delta H_{\text{dil}}^\circ$

حرارة التخفيف القياسية  $\Delta H_{\text{dil}}^\circ$

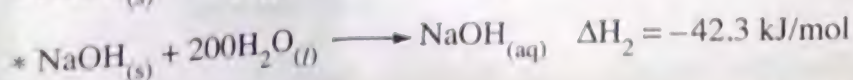
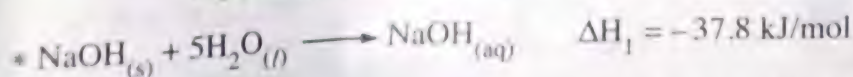
كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز أقل وهو في الظروف القياسية.

**ما معنى قولنا أن حرارة التخفيف القياسية لمحلول هيدروكسيد الصوديوم  $-4.5 \text{ kJ/mol}$  ؟**

أى أن كمية الحرارة المنطلقة لكل 1 mol من هيدروكسيد الصوديوم عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز أقل في الظروف القياسية تساوى 4.5 kJ

## تطبيق

\* عند إذابة 1 mol من هيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}_{(s)}$  في كميات مختلفة من الماء  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  فإن حرارة الذوبان تختلف باختلاف كمية الماء (المذيب)، كما يتضح من المعادلتين التاليتين :



\* ولاحظ في هذا المثال أن  $\Delta H_1 < \Delta H_2$

\* نستنتج مما سبق أنه بزيادة كمية المذيب تزداد كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة.





## الدرس الأول

\* تتم عملية التخفيف على خطوتين متعاكستين في الطاقة، هما :

① عملية إبعاد أيونات أو جزيئات المذاب عن بعضها في المحلول الأعلى تركيزاً تحتاج إلى امتصاص طاقة (عملية ماصة للحرارة).

② عملية ارتباط أيونات أو جزيئات المذاب بعدد أكبر من جزيئات المذيب ينتج عنها انطلاق طاقة (عملية طاردة للحرارة).

\* ويمثل المجموع الجبري لطاقتي الإبعاد والارتباط بقيمة حرارة التخفيف.

**علل :** يصاحب عملية التخفيف في بدايتها امتصاص طاقة.

لأن زيادة جزيئات الماء أثناء عملية التخفيف تعمل على إبعاد أيونات أو جزيئات المذاب عن بعضها في المحلول الأعلى تركيزاً مما يحتاج امتصاص قدرًا من الطاقة.

أحرص على اقتناء

**الامتحان**

في

جميع المواد

للفصل الأول الثانوي

كتب الامتحان لا يخرج عنها أي امتحان



## التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية

• هناك عدة صور للتغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية، منها :

١ حرارة الاحتراق القياسية.

٢ حرارة التكوين القياسية.

١ حرارة الاحتراق القياسية  $\Delta H_c^\circ$ 

## الاحتراق

عملية اتحاد سريع للمادة مع الأكسجين.

• ينتج عن الاحتراق التام للعناصر أو المركبات انطلاق طاقة

في صورة حرارة أو ضوء أو كلاهما.

وتُعرف كمية الحرارة المنطلقة بحرارة الاحتراق  $\Delta H_c$

حرارة الاحتراق  $\Delta H_c$ 

كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق المادة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين.

• وإذا تم الاحتراق في الظروف القياسية فإن كمية الحرارة المنطلقة تُعرف بحرارة الاحتراق القياسية  $\Delta H_c^\circ$

حرارة الاحتراق القياسية  $\Delta H_c^\circ$ 

كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين في الظروف القياسية.

• ينتج عن احتراق معظم المواد العضوية (كالوقود والجلوكوز) :

• ماء  $(H_2O)$ .

• ثاني أكسيد الكربون  $(CO_2)$ .

• طاقة حرارية.

ما معنى قولنا أن حرارة الاحتراق القياسية للجلوكوز  $-2808 \text{ kJ/mol}$  ؟

أي أن كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق  $1 \text{ mol}$  من الجلوكوز احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين في الظروف القياسية تساوي  $2808 \text{ kJ}$

## أمثلة على تفاعلات الاحتراق

## (١) تفاعل احتراق غاز البوتاجاز

• غاز البوتاجاز عبارة عن خليط من غازي :

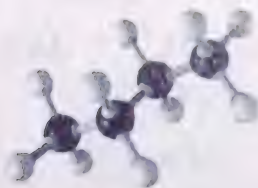
• البروبان  $C_3H_8$  • البيوتان  $C_4H_{10}$

• وينتج عن احتراق غاز البروبان في

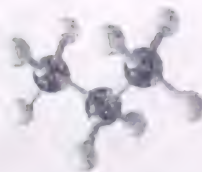
وفرة من غاز الأكسجين كمية كبيرة

من الحرارة تستخدم في طهي الطعام

وغيرها من الاستخدامات.

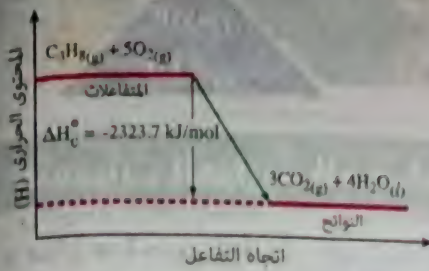


التركيب الجزيئي  
للبوتان  $C_4H_{10}$



التركيب الجزيئي  
للبروبان  $C_3H_8$





مخطط تفاعل احتراق غاز البروبان

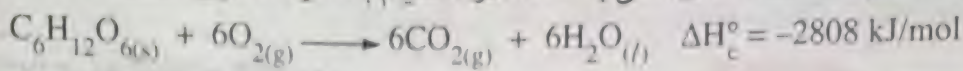
\* المعادلة التالية والمخطط المقابل يوضحان

تفاعل احتراق غاز البروبان :



$$\Delta H_c^\circ = -2323.7 \text{ kJ/mol}$$

(٢) تفاعل احتراق الجلوكوز داخل جسم الكائن الحي

\* يعتبر احتراق الجلوكوز داخل جسم الكائن الحي من تفاعلات الاحتراق الهامة ... **علل؟**  
لأن الحرارة الناتجة عنه تمد الكائن الحي بالطاقة اللازمة للقيام بالعمليات الحيوية المختلفة.

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية المعبرة عن :

• احتراق غاز البروبان ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) والذي يكون مصحوب بانطلاق طاقة مقدارها 2323.7 kJ• احتراق 1 mol من الجلوكوز ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) والذي يكون مصحوب بانطلاق طاقة مقدارها 2808 kJ

أمثلة

(١) إذا كانت حرارة احتراق 1 mol من الإيثانول ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) في الظروف القياسية  $-1367 \text{ kJ/mol}$  :

(1) اكتب المعادلة الحرارية المعبرة عن ذلك.

(ب) احسب كمية الحرارة الناتجة عن احتراق 100 g من الإيثانول احتراقاً تاماً.  $[\text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{H} = 1]$ 

الحل :

(ب) الكتلة المولية لمركب  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$   $46 \text{ g/mol} = 1 + 16 + (5 \times 1) + (2 \times 12)$ 

$$2.17 \text{ mol} = \frac{100}{46} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية للمادة}} = \text{عدد مولات } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

$$\therefore \Delta H_c^\circ = \frac{-q_p}{n}$$

$$\therefore q_p = -(\Delta H_c^\circ \times n) = -(-1367 \times 2.17) = +2966.39 \text{ kJ}$$

(٢) احسب حرارة الاحتراق القياسية للبروبان  $\text{C}_3\text{H}_8$  ، علماً بأن التغير في المحتوى الحراري المصاحبلاحتراق 8 g منه في كمية وفيرة من الأكسجين تساوى  $-422.49 \text{ kJ}$  $[\text{C} = 12, \text{H} = 1]$ 

8 g

 $-422.49 \text{ kJ}$ 

$$(12 \times 3) + (1 \times 8) = 44 \text{ g/mol}$$

? kJ/mol

$$\therefore \Delta H_c^\circ = \frac{-422.49 \times 44}{8} = -2323.7 \text{ kJ/mol}$$



## ٢ حرارة التكوين القياسية $\Delta H_f^\circ$

• ينتج عن تكوين المركب من عناصره الأولية انطلاق أو امتصاص قدر من الطاقة يساوي المحتوى الحراري له يُعرف بحرارة التكوين  $\Delta H_f^\circ$

### حرارة التكوين $\Delta H_f^\circ$

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين المركب من عناصره الأولية.

• وإذا كانت العناصر المكونة للمركب في حالتها القياسية والتي تمثل أكثر حالات المادة استقراراً في الظروف القياسية، فإن التعبير الحراري المصاحب لتكوين المركب يُعرف بحرارة التكوين القياسية  $\Delta H_f^\circ$

### حرارة التكوين القياسية $\Delta H_f^\circ$

كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون في حالتها القياسية.

## ؟ علل : الجرافيت هو الحالة القياسية للكربون.

لأنه يمثل أكثر حالات الكربون استقراراً في الظروف القياسية.

• مع افتراض أن حرارة التكوين القياسية لجزء أي عنصر تساوي صفر.

## ◀ تطبيق حرارة التكوين القياسية لسكر الجلوكوز.



## ؟ ما معنى قولنا أن $\Delta H_f^\circ$ للجلوكوز تساوي $-1260 \text{ kJ/mol}$ ؟

أي أن كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين 1 mol من الجلوكوز من عناصره الأولية وهي في حالتها القياسية تساوي 1260 kJ

## ◀ حساب التغير في المحتوى الحراري (التغير في الإنثالبي) $\Delta H$ للتفاعلات بدلالة حرارة التكوين القياسية

∴ التغير في المحتوى الحراري = المحتوى الحراري للنواتج - المحتوى الحراري للمتفاعلات

∴ المحتوى الحراري للمركبات يتساوى مع حرارة تكوينها

∴  $\Delta H = \text{المجموع الجبري لحرارة تكوين النواتج} - \text{المجموع الجبري لحرارة تكوين المتفاعلات}$

\* فإذا كان التفاعل :  $A + B \longrightarrow C + D$

$$\Delta H = [\Delta H_f^\circ(C) + \Delta H_f^\circ(D)] - [\Delta H_f^\circ(A) + \Delta H_f^\circ(B)] \quad \text{فإن :}$$



## أمثلة

(١) احسب التغير في المحتوى الحرارى للتفاعل التالى :



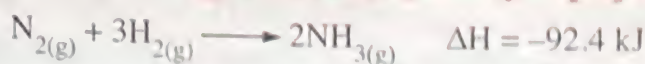
بمعلومية حرارة التكوين القياسية للمركبات الموضحة بالجدول المقابل :

الحل :

المركب	حرارة التكوين القياسية $\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
$\text{H}_2\text{S}_{(g)}$	-21
$\text{HF}_{(g)}$	-273
$\text{SF}_{6(g)}$	-1220

$$\begin{aligned}\Delta H &= [2\Delta H_f^\circ(\text{HF}) + \Delta H_f^\circ(\text{SF}_6)] - [\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{S}) + 4\Delta H_f^\circ(\text{F}_2)] \\ &= [(2 \times -273) + (-1220)] - [-21 + (4 \times 0)] \\ &= (-1766) - (-21) = -1745 \text{ kJ}\end{aligned}$$

(٢) احسب حرارة التكوين القياسية لغاز النشادر من التفاعل التالى :



الحل :

$$\begin{aligned}\Delta H &= [2\Delta H_f^\circ(\text{NH}_3)] - [\Delta H_f^\circ(\text{N}_2) + 3\Delta H_f^\circ(\text{H}_2)] \\ -92.4 &= 2\Delta H_f^\circ(\text{NH}_3) - [0 + (3 \times 0)] \\ \therefore \Delta H_f^\circ(\text{NH}_3) &= \frac{-92.4}{2} = -46.2 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

## ملحوظة

\* يتساوى التغير فى المحتوى الحرارى  $\Delta H$  مع حرارة الاحتراق  $\Delta H_c^\circ$  عند احتراق 1 mol من المادة فى الظروف القياسية.

(٣) احسب التغير فى الإنتالپى القياسى لاحتراق

الميثان  $\Delta H_c^\circ$  تبعاً للتفاعل التالى :

بمعلومية حرارة التكوين القياسية للمركبات الموضحة بالجدول المقابل :

الحل :

المركب	حرارة التكوين القياسية $\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
$\text{CH}_{4(g)}$	-74.6
$\text{CO}_{2(g)}$	-393.5
$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-285.85

التغير فى المحتوى الحرارى  $(\Delta H) =$  المجموع الجبرى لحرارة تكوين النواتج - المجموع الجبرى لحرارة تكوين المتفاعلات

$$\begin{aligned}\Delta H_c^\circ &= [\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 2\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^\circ(\text{CH}_4) + 2\Delta H_f^\circ(\text{O}_2)] \\ &= [(-393.5) + (2 \times -285.85)] - [(-74.6) + (2 \times 0)] \\ &= (-965.2) - (-74.6) = -890.6 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$





\* حرارة احتراق الهيدروجين  $\Delta H_c^\circ(\text{H}_2)$  = حرارة تكوين الماء  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})$

\* حرارة احتراق الكربون  $\Delta H_c^\circ(\text{C})$  = حرارة تكوين ثاني أكسيد الكربون  $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2)$

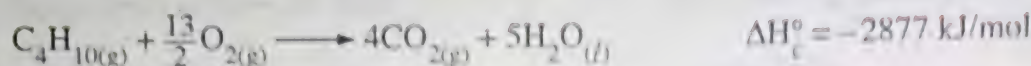
(1) المعادلة الآتية تعبر عن عملية تكوين غاز البيوتان من عناصره الأولية :



احسب قيمة  $\Delta H_f^\circ$  للبيوتان، بمعلومية حرارة الاحتراق القياسية  $\Delta H_c^\circ$  للمواد الموضحة بالجدول المقابل :

المواد	حرارة الاحتراق القياسية $\Delta H_c^\circ$ (kJ/mol)
$\text{C}_{(s)}$	-393.5
$\text{H}_{2(g)}$	-285.85
$\text{C}_4\text{H}_{10(g)}$	-2877

الحل :



$$\therefore \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) = \Delta H_c^\circ(\text{C}) = -393.5 \text{ kJ/mol}$$

$$\therefore \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = \Delta H_c^\circ(\text{H}_2) = -285.85 \text{ kJ/mol}$$

$$\therefore \Delta H_c^\circ = [4\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 5\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}) + \frac{13}{2}\Delta H_f^\circ(\text{O}_2)]$$

$$-2877 = [(4 \times -393.5) + (5 \times -285.85)] - [\Delta H_f^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}) + (\frac{13}{2} \times 0)]$$

$$-2877 = -3003.25 - \Delta H_f^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10})$$

$$\therefore \Delta H_f^\circ(\text{C}_4\text{H}_{10}) = (-3003.25) - (-2877) = -126.25 \text{ kJ/mol}$$

انظر على اقتناء

الامتحان

جميع المواد

الصف الأول الثانوي





## العلاقة بين حرارة التكوين و ثبات المركبات

\* تختلف درجة ثبات المركبات حراريًا تبعًا لاختلاف قيم حرارة تكوينها، كما يتضح فيما يلي :

### المركبات غير الثابتة حراريًا

مركبات غير مستقرة تميل للانحلال التلقائي إلى عناصرها الأولية في درجة حرارة الغرفة

### المركبات الثابتة حراريًا

مركبات مستقرة يصعب انحلالها إلى عناصرها الأولية في درجة حرارة الغرفة

### قيمة حرارة التكوين القياسية لها $\Delta H_f^\circ$

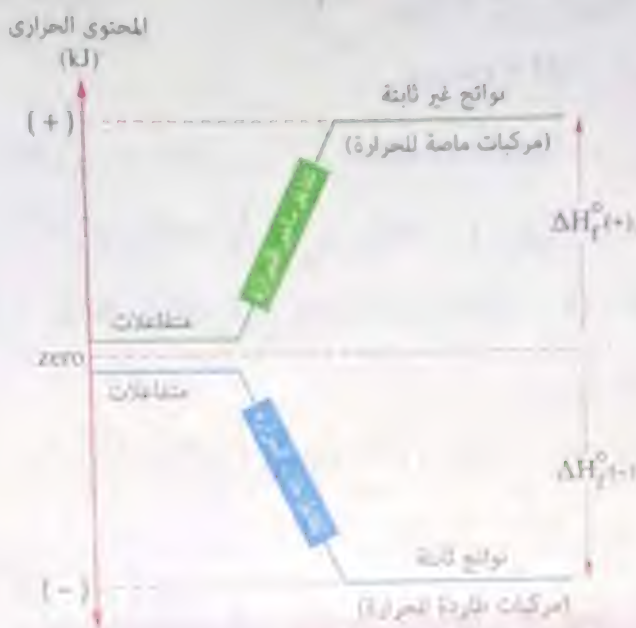
تكون بإشارة موجبة ... **علل؟**

تكون بإشارة سالبة ... **علل؟**

لأن

المحتوى الحراري لها يكون أكبر من المحتوى الحراري لعناصرها الأولية

المحتوى الحراري لها يكون أقل من المحتوى الحراري لعناصرها الأولية



### ما معنى قولنا أن

(١) تكوين مول من مركب HI في الظروف القياسية يكون مصحوبًا بامتصاص طاقة مقدارها 26 kJ ؟

(٢) تكوين مول من مركب HBr في الظروف القياسية يكون مصحوبًا بانطلاق طاقة مقدارها 36 kJ ؟

أي أن

حرارة التكوين القياسية ( $\Delta H_f^\circ$ ) لمركب HI تساوي +26 kJ/mol وهو مركب غير ثابت حراريًا

حرارة التكوين القياسية ( $\Delta H_f^\circ$ ) لمركب HBr تساوي -36 kJ/mol وهو مركب ثابت حراريًا



**وضع العلاقة بين حرارة التكوين القياسية للمركب ودرجة ثباته حرارياً، ثم اذكر علاقة ذلك باتجاه سير التفاعلات الكيميائية.**

- كلما قلت حرارة التكوين القياسية للمركب كلما ازداد ثباته الحرارى والعكس صحيح.
- تميل معظم التفاعلات للسير فى اتجاه تكوين المركبات الأقل فى قيمة حرارة التكوين (الأكثر ثباتاً).

**علل:** ارتباط ثبات المركبات بحرارة تكوينها.

أمثلة

(١) رتب المركبات الموضحة بالجدول المقابل تصاعدياً حسب درجة ثباتها الحرارى.

المركب	$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
HBr <sub>(g)</sub>	-36
HI <sub>(g)</sub>	+26
HF <sub>(g)</sub>	-271
HCl <sub>(g)</sub>	-92

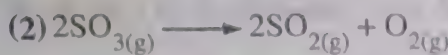
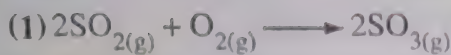
فكرة الحل :

كلما قلت قيمة حرارة تكوين المركب، كلما زادت درجة ثباته الحرارى.

الحل :



(٢) أيًا من المعادلتين الآتيتين تعبر عن التفاعل الذى يحدث بالفعل ؟ مع بيان السبب.



علمًا بأن حرارة تكوين غاز SO<sub>3</sub> تساوى -296.83 kJ/mol و غاز SO<sub>2</sub> تساوى -395.72 kJ/mol

الحل :

المعادلة (1) تعبر عن التفاعل الذى يحدث بالفعل / لأن التفاعل يسير فى اتجاه تكوين المركب الأكثر ثباتاً «الأقل فى قيمة حرارة التكوين».



## قانون هس



يصعب قياس حرارة تفاعل  
صدأ الحديد بطريقة مباشرة

\* يلجأ العلماء إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل ... **علال؟**  
لعدة أسباب، منها :

- (١) اختلاط المواد المتفاعلة أو الناتجة بمواد أخرى.
- (٢) البطء الشديد لبعض التفاعلات كتفاعل صدأ الحديد الذي يستغرق وقتاً طويلاً.
- (٣) خطورة قياس حرارة التفاعل بطريقة تجريبية.
- (٤) صعوبة قياس حرارة التفاعل في الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة.

\* ومن الطرق التي استخدمها العلماء لحساب حرارة التفاعلات التي يصعب قياس  $\Delta H^\circ$  لها بطريقة مباشرة، قانون المجموع الجبري الثابت للحرارة والمعروف بقانون هس.

## قانون هس

حرارة التفاعل مقدار ثابت في الظروف القياسية، سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو على عدة خطوات.

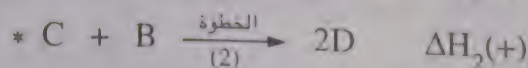
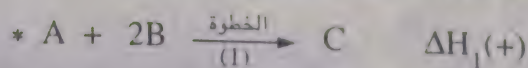
\* ويتعامل قانون هس مع المعادلات الكيميائية الحرارية، وكأنها معادلات جبرية يمكن جمعها أو طرحها أو ضرب معاملاتها في معاملات ثابتة.

**علال؟** يعتبر قانون هس أحد صور القانون الأول للديناميكا الحرارية.  
لأنه يعتبر التفاعل الكيميائي نظام معزول تكون حرارته مقدار ثابت.

\* ويعبر عن قانون هس بالصيغة الرياضية المقابلة

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \dots$$

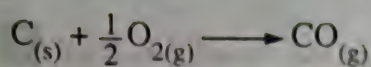
**تطبيق** حساب المحتوى الحراري لتفاعل يتم على خطوتين :



\* بجمع المعادلتين وحذف المواد التي لم يحدث لها تغيير أثناء التفاعل

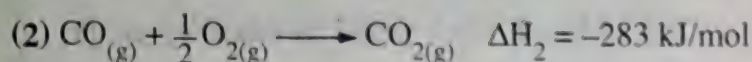
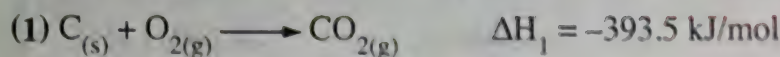






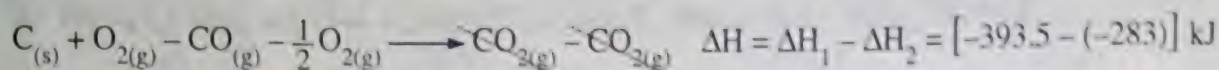
(١) احسب حرارة تكوين غاز أول أكسيد الكربون تبعاً للمعادلة :

بمعلومية المعادلتين الحراريتين التاليتين :

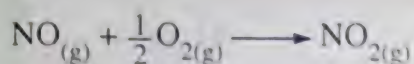
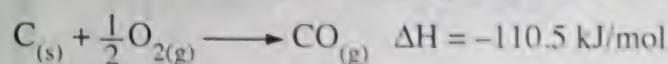


الحل :

ب طرح المعادلة (2) من المعادلة (1) :

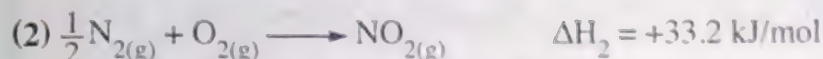
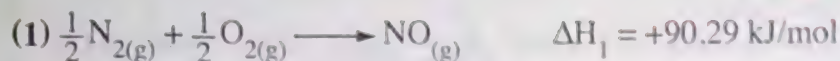


وينقل  $CO_{(g)}$  من الطرف الأيسر للمعادلة إلى الطرف الأيمن للمعادلة (بإشارة مخالفة) :



(٢) احسب حرارة احتراق غاز أكسيد النيتريك  $NO$  تبعاً للمعادلة :

بمعلومية المعادلتين الحراريتين التاليتين :

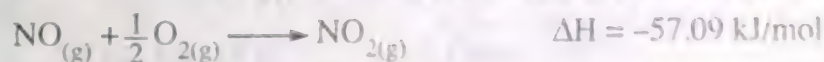


الحل :

ب طرح المعادلة (1) من المعادلة (2) :



وينقل  $NO_{(g)}$  من الطرف الأيمن للمعادلة إلى الطرف الأيسر للمعادلة (بإشارة مخالفة) :



**علل :** يستحيل عملياً أن نحسب بدقة كمية الحرارة المطلقة عند احتراق الكربون لتكوين غاز أول أكسيد الكربون.

لأن عملية أكسدة الكربون لا يمكن أن تتوقف عند مرحلة تكوين أول أكسيد الكربون، بل تستمر مكونة غاز ثاني أكسيد الكربون.



١٠ × ١ = ١٠ درجات

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من ١ إلى ١٠



١ في التفاعل الحراري :

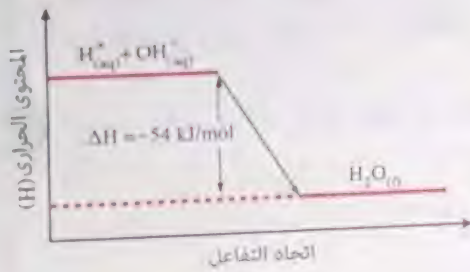
أيًا من الاختيارات الآتية تُعبر عن التفاعل الذي ينتج أكبر قدر من الحرارة ؟

الاختيار	١	ب	ج	د
الروابط في $R_2$	قوية	قوية	ضعيفة	ضعيفة
الروابط في $Q_2$	قوية	قوية	ضعيفة	ضعيفة
الروابط في $RQ$	قوية	ضعيفة	قوية	ضعيفة

٢ النظام المعزول

- ١ تسمح حدوده بانتقال المادة ولا تسمح بانتقال الحرارة.  
ب تسمح حدوده بانتقال الحرارة ولا تسمح بانتقال المادة.  
ج لا تسمح حدوده بانتقال أيًا من الحرارة والمادة.

د مزدوج الحدود.



٢ يُعبر عن تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم بمخطط الطاقة المقابل، ما كمية الحرارة المنطلقة عند تفاعل 0.1 mol من كل من الحمض والقاعدة ؟

- ١ 0.54 kJ  
٢ 2.7 kJ  
٣ 5.4 kJ  
٤ 0.8 kJ

٣ تلزم كمية من الحرارة مقدارها 334 J لتحويل 1 g من الثلج إلى 1 g من الماء عند 0°C

أيًا من القيم الآتية تناسب هذه العملية ؟

- ١  $q_p = 0$   
٢  $\Delta H = 0$   
٣  $\Delta H = +334 \text{ J}$   
٤  $\Delta H = -334 \text{ J}$

٤ أيًا من العبارات الآتية تعبر عن نوع التفاعل الكيميائي الحادث عند احتكاك عود الثقاب بجسم خشبي ؟

- ١ ماص للحرارة بسبب استخدام الطاقة عند حك عود الثقاب.  
٢ ماص للحرارة بسبب انطلاق الطاقة عند احتراق عود الثقاب.  
٣ طارد للحرارة بسبب استخدام الطاقة عند حك عود الثقاب.  
٤ طارد للحرارة بسبب انطلاق الطاقة عند احتراق عود الثقاب.



المركب	حرارة التكوين القياسية
$C_6H_{6(l)}$	+49 kJ/mol
$CO_{2(g)}$	-394 kJ/mol
$H_2O_{(l)}$	-286 kJ/mol

يحترق البنزين  $C_6H_6$  تبعاً للمعادلة التالية:



أيضا من الحسابات الآتية يمكن بواسطتها تقدير

حرارة الاحتراق القياسية للبنزين ؟

- (a)  $[(12 \times -394) + (6 \times -286)] - (2 \times 49)$  (b)  $[(12 \times 394) + (6 \times 286)] - (2 \times -49)$   
(c)  $[(6 \times -394) + (3 \times -286)] - 49$  (d)  $[(6 \times 394) + (3 \times 286)] - (-49)$

يلزم لرفع درجة حرارة 15 g من الفلز X من  $25^\circ C$  إلى  $32^\circ C$  كمية من الحرارة مقدارها 178.1 J

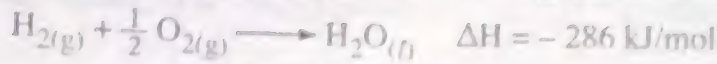
ماقيمة الحرارة النوعية للفلز X ؟ J/g. $^\circ C$

- (a) 0.59 (b) 11.9 (c) 1.7 (d) 25.4

عند إمداد 15.5 g من الماء بدرجة حرارته  $10^\circ C$  بكمية من الحرارة قدرها 5 kJ ، فإنه .....

- (أ) يغلى. (ب) يتبخر كلياً. (ج) يتجمد. (د) يظل سائلاً.

ما مقدار الطاقة المنطلقة عند احتراق  $1.9 \times 10^8$  L من غاز الهيدروجين، تبعاً للمعادلة :



علماً بأن الحجم المولي من أي غاز يساوي 22.4 L/mol (at STP) ؟

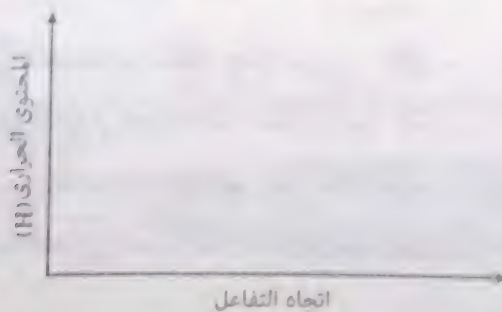
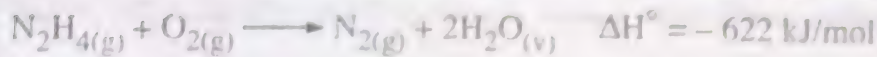
- (a)  $8.64 \times 10^6$  kJ (b)  $2.98 \times 10^{10}$  kJ (c)  $3.02 \times 10^4$  kJ (d)  $2.43 \times 10^9$  kJ

أياً من الاختيارات الآتية تعبر عن المركب الأكثر ثباتاً حرارياً ؟

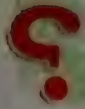
الاختيار	(أ)	(ب)	(ج)	(د)
المركب	$CdSO_4$	$CdS$	$Cd(OH)_2$	$CdO$
حرارة التكوين القياسية (kJ/mol)	-935	-162	-561	-258

المادة

مجرد عن التفاعل الآتي بإكمال مخطط الطاقة الموضح :

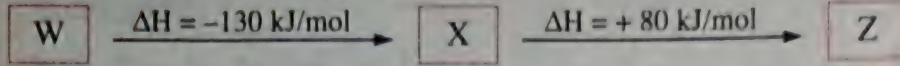






## نموذج بوكليت على الباب الرابع

المخطط التالي يوضح التغيرات الحادثة في الطاقة لعمليتين مختلفتين :



احسب  $\Delta H$  للعملية  $Z \leftarrow W$

درجة ١

تقدر حرارة الذوبان  $\Delta H_{\text{sol}}$  من العلاقة :  $\Delta H_{\text{sol}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

فإذا علمت أن ذوبان أكسيد الكالسيوم في الماء طارد للحرارة، فأى قيمة من قيم  $\Delta H$  السابقة تكون هي الأكبر ؟ وما الذى تعبر عنه ؟

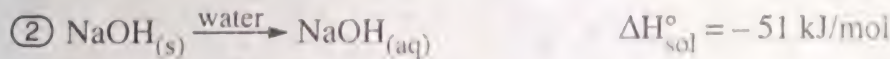
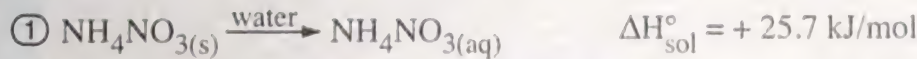
درجة ١

يستخدم فى مسعر القنبلة غاز و سائل لا يتغيران عند حساب حرارة احتراق أى مادة صلبة،

ما أهمية الغاز المستخدم ؟ وما اسم هذا السائل ؟

درجة ١

من المعادلتين التاليتين :



(١) أيًا من المركبين السابقين يكون ذوبانه فى الماء ماصًا للحرارة ؟

(ب) احسب كمية الحرارة (المتطلقة أو الممتصة) عند ذوبان 0.4 g من NaOH فى الماء

علمًا بأن كتلته المولية 40 g/mol



١٦ إذا علمت أن حرارة احتراق الكربون تساوي  $-393.5 \text{ kJ/mol}$  وأن حرارة احتراق الأسيتيلين  $\text{C}_2\text{H}_2$  تساوي  $-1300 \text{ kJ/mol}$

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية المعبرة عن حرارة تكوين كل من الأسيتيلين وثاني أكسيد الكربون من عناصرهما الأولية.

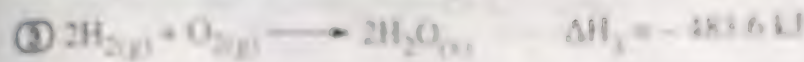
٢٠

٢١



١٧ احسب  $\Delta H$  للتفاعل

بمعلومية المعادلات الحرارية التالية



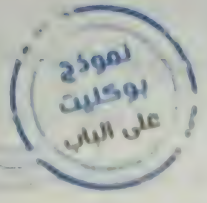
الامتحان هدفنا تفوق وليس مجرد نجاح



# الكيمياء النووية

## الفصل 1

نواة الذرة و الجسيمات الأولية.



## الفصل 2

النشاط الإشعاعي و التفاعلات النووية.

### اهداف الباب

بعد دراسة هذا الباب يجب أن يكون الطالب قادراً على أن :

- (١) يطبق العلاقة بين الكتلة و الطاقة بالوحدات المختلفة.
- (٢) يميز بين التحول الطبيعي و التحول النووي للعناصر.
- (٣) يحسب طاقة الترابط النووي بين جسيمات نواة ذرة العنصر.
- (٤) يربط بين عدد البروتونات و النيوترونات و الكواركات.
- (٥) يوضح تأثير انبعاث إشعاعات (ألفا - بيتا - غاما) من نواة ذرة عنصر مشع.
- (٦) يشارن بين التنشيط النووي و الاندماج النووي.
- (٧) يفسر الأساس العلمي للتفاعلات النووية.
- (٨) يحسب كتل الذرة للعناصر بمعلومية كتل النسبية لنظائرها.
- (٩) يطبق العلاقة بين نسبة عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات للعناصر ومدى أمالتها النووي.
- (١٠) يستنتج شارة عمر النصف و نصفية حسابها لعنصر مشع.



# نواة الذرة و الجسيمات الأولية

## الدرس الأول

من

مكونات الذرة.

الى

ما قبل القوى النووية القوية.

من

القوى النووية القوية.

الى

نهاية الفصل.

## الدرس الثاني

### أهم المفاهيم

- الإلكترونات.
- العدد الكتلي.
- العدد الذري.
- النيوترونات.
- النفاث.
- القوى النووية القوية.
- طاقة الترابط النووي.
- العنصر المستقر.
- العنصر غير المستقر.

### نواتج التعلم

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- (١) يبين مكونات الذرة.
- (٢) يشار بين نموذج رذرفورد ونموذج بور لوصف الذرة.
- (٣) يستنبط مفهوم النفاث ويذكر أمثلة منها.
- (٤) يحسب الطاقة الناتجة من تحول كتلة معينة من مادة ما باستخدام معادلة أينشتاين.
- (٥) يستنتج خصائص القوى النووية القوية.
- (٦) يحسب طاقة الترابط النووي و طاقة الترابط النووي لكل نيوترون.
- (٧) يحدد مكونات البروتون و النيوترون من الكواركات.

### أهم العناصر

- مكونات الذرة.
- النفاث.
- وحدة الكتل الذرية.
- حسابات تحويل الكتلة إلى طاقة.
- القوى النووية القوية.
- طاقة الترابط النووي.
- الاستقرار النووي.
- مفهوم الكوارك.
- تركيب البروتون و النيوترون.





## مكونات الذرة

\* تتكون المادة من ذرات، وهى التى يرجع إليها الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة.

### اكتشاف الإلكترونات

\* فى نهاية القرن التاسع عشر :

- \* تأكد العلماء أن الإلكترونات من المكونات الأساسية فى الذرة وأنها جسيمات كتلتها ضئيلة جدًا وشحنتها سالبة.
- \* استنتج العلماء أن الذرة تحتوى أيضًا على شحنات موجبة مساوية لشحنة الإلكترونات السالبة وذلك بناءً على أن الذرة متعادلة كهربيًا.
- إلا أنه لم يكن معروف حتى ذلك الحين، كيفية توزيع الشحنات الموجبة والسالبة فى الذرة.

### نموذجى رذرفورد (1911) و بور (1913) لوصف الذرة

\* ترتب على إجراء تجربة رذرفورد ونظرية بور تغير جوهرى فى وصف تركيب الذرة، كما يتضح مما يلى :

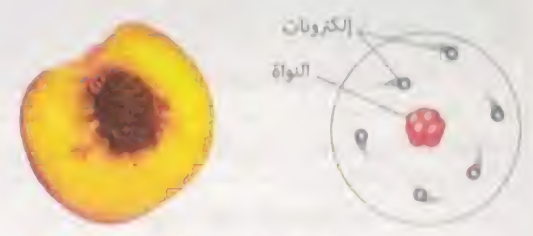
#### نموذج بور لوصف الذرة



نموذج بور للذرة

- \* تدور الإلكترونات سالبة الشحنة حول النواة، فى مدارات معينة ثابتة، أطلق عليها اسم مستويات الطاقة.
- \* كل مستوى طاقة يشغله عدد محدد من الإلكترونات لا يزيد عنه.

#### نموذج رذرفورد لوصف الذرة



نموذج رذرفورد للذرة

- \* يوجد فى مركز الذرة نواة :
- \* صغيرة موجبة الشحنة.
- \* ثقيلة نسبيًا، تتركز فيها كتلة الذرة.
- \* تدور الإلكترونات سالبة الشحنة حول النواة على بُعد كبير نسبيًا منها.
- \* الذرة معظمها فراغ، حيث أن حجم النواة صغير جدًا بالنسبة لحجم الذرة، حيث أثبتت حسابات رذرفورد أن :
- \* قطر الذرة حوالى (0.1 nm)
- \* قطر النواة يتراوح بين ( $10^{-5}$  :  $10^{-6}$  nm)



## اكتشاف البروتونات (1919)

\* أثبت العالم رذرفورد أن نواة الذرة تحتوى على جسيمات تحمل شحنة موجبة أطلق عليها اسم البروتونات.

## اكتشاف النيوترونات (1932)

\* اكتشف العالم شادويك أن النواة تحتوى على جسيمات متعادلة الشحنة، أطلق عليها اسم النيوترونات، وأن كتلة النيوترون تساوى تقريباً كتلة البروتون.

أيهما تم اكتشافه أولاً : البروتون أم النيوترون ؟  
ولمن يرجع الفضل فى الاكتشاف ؟



## علل :

(١) تتركز كتلة الذرة فى النواة.  
لضالة كتلة الإلكترونات مقارنةً بكتلة النواة حيث إن كتلة البروتون أكبر من كتلة الإلكترون بحوالى 1800 مرة.

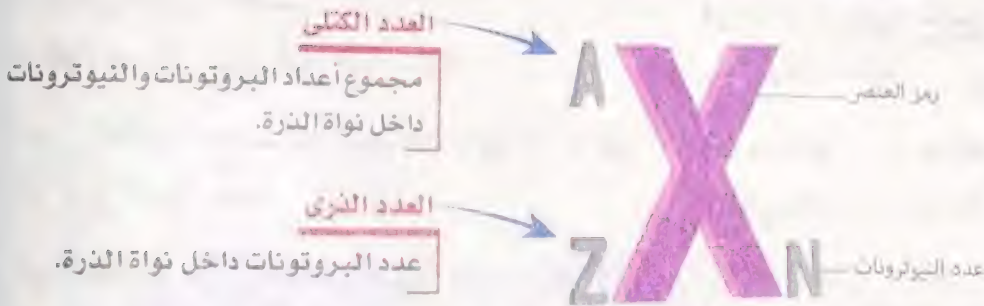
(٢) الذرة متعادلة كهربياً.  
لتساوى عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) داخل النواة مع عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات) التى تدور حول النواة.

## وصف نواة ذرة العنصر

\* يلزم لوصف نواة ذرة أى عنصر، معرفة الثلاثة مصطلحات التالية :

العلاقة	الرمز	المصطلح
عدد البروتونات + عدد النيوترونات	$A$	العدد الكتلى
عدد البروتونات = عدد الإلكترونات «فى الذرة المتعادلة»	$Z$	العدد الذرى
العدد الكتلى - عدد البروتونات ( $N = A - Z$ )	$N$	عدد النيوترونات

\* ويمكن التعبير عن أى عنصر، كما يلى :



## النيوكلونات

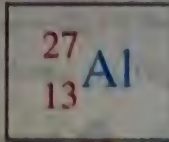
البروتونات والنيوترونات الموجودة داخل نواة الذرة.





اكتب الرمز الكيميائي لنواة ذرة الألمنيوم، علمًا بأنها تحتوي على 13 بروتون، 14 نيوترون.

الحل: ∴ النواة تحتوي على:



∴ العدد الذري (Z) = 13

\* 13 بروتون

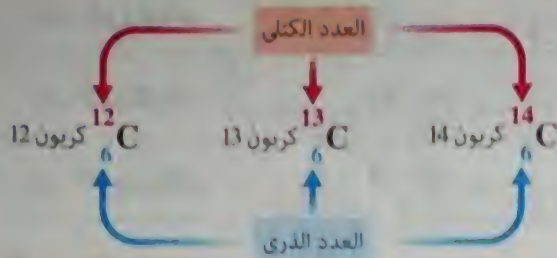
∴ العدد الكتلي (A) = 14 + 13 = 27

\* 14 نيوترون

رمز نواة ذرة الألمنيوم

## النظائر

النظائر



ذرات العنصر الواحد التي تتفق في عددها الذري وتختلف في عددها الكتلي، لاختلاف عدد النيوترونات في أنويتها.

\* تتفق نظائر العنصر الواحد في الخواص الكيميائية ... عل؟  
لاتفارقها في عدد الإلكترونات وترتيبها حول نواة ذرة كل نظير منها.

نظائر العنصر الواحد تتفق في العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي

\* معظم عناصر الجدول الدوري لها أكثر من نظير.

### تطبيق 1 نظائر الهيدروجين.

\* عنصر الهيدروجين - أبسط العناصر الموجودة في الطبيعة - له 3 نظائر، يوضحها الجدول التالي:

رمز النظير	${}^3_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^1_1\text{H}$	اسم النظير
اسم النظير	التريتيوم	الدوتيريوم	البروتيوم	
اسم نواة النظير	التريتيون	الدوتيريون	البروتون	
الشكل				
العدد الذري	1	1	1	
العدد الكتلي	3	2	1	
عدد البروتونات	1	1	1	
عدد النيوترونات	3 - 1 = 2	2 - 1 = 1	1 - 1 = 0	



يتضح من الجدول السابق أن :  
 \* العدد الذري يتساوى مع العدد الكتلي في نواة البروتيوم ... **علل ؟** لعدم احتوائها على نيوترونات.  
 \* عدد النيوترونات :

- يتساوى مع عدد البروتونات في نواة الديوتيريوم.
- ضعف عدد البروتونات في نواة التريتيوم.

### تطبيق ٢ نظائر الأكسجين.

\* عنصر الأكسجين له 3 نظائر، يوضحها الجدول التالي :

النظير	$^{16}_8\text{O}$	$^{17}_8\text{O}$	$^{18}_8\text{O}$
عدد البروتونات	8	8	8
عدد النيوكليونات	16	17	18
عدد النيوترونات	$16 - 8 = 8$	$17 - 8 = 9$	$18 - 8 = 10$

### لماذا يستحيل تواجد النظير $^2_2\text{He}$ ؟

لأن قوى التنافر الكهربى بين البروتونات وبعضها فى النواة لن يقابلها قوى تجاذب بين النيوترونات والبروتونات، لعدم وجود نيوترونات.

### وحدة الكتلة الذرية amu

- \* لا تقدر كتل ذرات النظائر بوحدة كيلوجرام kg ... **علل ؟** لأن كتلتها صغيرة جداً.
  - \* تقدر كتل ذرات النظائر بوحدة الكتلة الذرية amu والتي تختصر إلى u وهى تعادل  $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- $$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

\* ويمكن تعيين الكتلة الذرية للعناصر بمعلومية الكتلة الذرية النسبية لنظائرها ونسبة وجود كل منها.

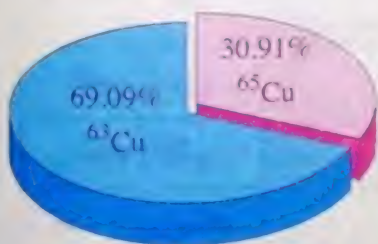
### أمثلة

(١) احسب الكتلة الذرية لعنصر النحاس،

**علماً بأنه** يتواجد فى الطبيعة على هيئة نظيرين، هما :

$^{63}\text{Cu}$  (نسبة وجوده 69.09%) ،

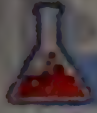
$^{65}\text{Cu}$  (نسبة وجوده 30.91%)



نسبة وجود نظيرى عنصر النحاس  
فى الطبيعة

$$[^{63}\text{Cu} = 62.9298 \text{ amu}, ^{65}\text{Cu} = 64.9278 \text{ amu}]$$





## الدرس الأول

**الحل :** مساهمة نظير النحاس 63 فى الكتلة الذرية =  $\frac{69.09}{100} \times 62.9298 = 43.4782 \text{ u}$

مساهمة نظير النحاس 65 فى الكتلة الذرية =  $\frac{30.91}{100} \times 64.9278 = 20.0691 \text{ u}$

الكتلة الذرية لعنصر النحاس Cu =  $20.0691 + 43.4782 = 63.5473 \text{ u}$

(٢) عينة من الليثيوم تحتوى على نظيرين، الأول نظير الليثيوم 6 وكتلته الذرية النسبية  $6.01572 \text{ u}$

والثانى نظير الليثيوم 7 وكتلته الذرية النسبية  $7.016 \text{ u}$  احسب الكتلة الذرية لعنصر الليثيوم،

**علمًا بأن نسبة وجود نظير الليثيوم 6 فى العينة 7.42%**

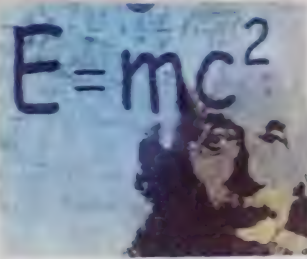
**الحل :** نسبة وجود نظير الليثيوم 7 فى العينة =  $100 - 7.42 = 92.58\%$

مساهمة نظير الليثيوم 6 فى الكتلة الذرية =  $\frac{7.42}{100} \times 6.01572 = 0.4464 \text{ u}$

مساهمة نظير الليثيوم 7 فى الكتلة الذرية =  $\frac{92.58}{100} \times 7.016 = 6.4954 \text{ u}$

الكتلة الذرية لعنصر الليثيوم Li =  $6.4954 + 0.4464 = 6.9418 \text{ u}$

## حسابات تحويل الكتلة إلى طاقة



وضع العالم أينشتاين معادلة رياضية  
توضح العلاقة بين الكتلة المتحركة والطاقة

\* يمكن حساب الطاقة الناتجة عن تحول كتلة (مقدرة بالكيلوجرام kg) من مادة ما إلى طاقة (مقدرة بوحدة الجول J) بحل معادلة أينشتاين.

الطاقة بوحدة (J)	الكتلة المتحركة بوحدة (kg)	مربع سرعة الضوء فى الفراغ يساوى $(3 \times 10^8 \text{ m/s})^2$
$E$	$=$	$m \times c^2$
«معادلة أينشتاين»		

\* ولحساب الطاقة الناتجة عن تحول كتلة (مقدرة بوحدة الكتل الذرية u)

من مادة ما إلى طاقة (مقدرة بوحدة مليون إلكترون فولت MeV)

تستخدم العلاقة :

هل تعلم ؟

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

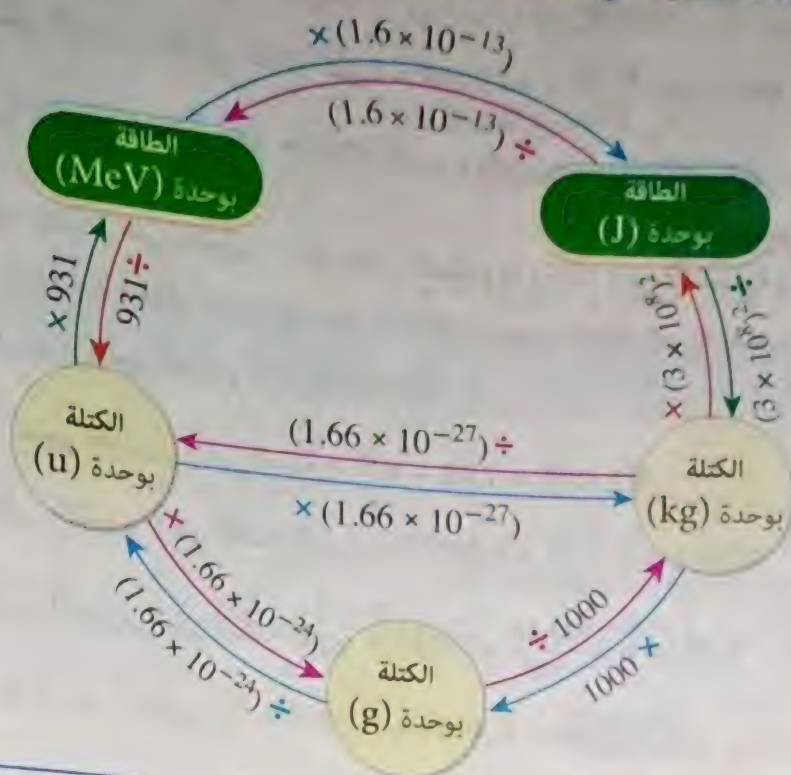
$$\therefore 1 \text{ MeV} = 1 \times 10^6 \text{ eV}$$

$$\therefore 1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

الطاقة بوحدة (MeV)	الكتلة بوحدة (u)	مقدار ثابت
$E$	$=$	$m \times 931$



\* ويمكن إجمال العلاقات السابقة في المخطط التالي :



### أمثلة

- (١) احسب كمية الطاقة الناتجة عن تحول 5 g من مادة إلى طاقة، مقدرة بوحدات :  
(1) جول. (2) مليون إلكترون فولت.

الحل :

$$(1) m = \frac{5}{1000} = 0.005 \text{ kg}$$

$$E = m \times c^2$$

$$= 0.005 \times (3 \times 10^8)^2 = 4.5 \times 10^{14} \text{ J}$$

تحويل الكتلة من وحدة (g) إلى وحدة (kg)  
بالقسمة على 1000

$$(2) m = \frac{5}{1.66 \times 10^{-24}} = 3.012 \times 10^{24} \text{ u}$$

$$E = m \times 931$$

$$= 3.012 \times 10^{24} \times 931 = 2.8 \times 10^{27} \text{ MeV}$$

تحويل الكتلة من وحدة (g) إلى وحدة (u)  
بالقسمة على  $1.66 \times 10^{-24}$

\* للتأكد من الحسابات :

$$E = \frac{4.5 \times 10^{14}}{1.6 \times 10^{-13}} = 2.8 \times 10^{27} \text{ MeV}$$

يتم قسمة الطاقة بوحدة (J)  
على  $1.6 \times 10^{-13}$





## الدرس الأول

(٢) احسب كمية الطاقة (بالجول) الناتجة عن تحول 25% من مادة مشعة كتلتها 1.4 g إلى طاقة.

الحل :

$$m = 1.4 \times \frac{25}{100} = 0.35 \text{ g}$$

$$E = m \times c^2 = \frac{0.35}{1000} \times (3 \times 10^8)^2 = 3.15 \times 10^{13} \text{ J}$$

(٢) احسب الكتلة بالكيلوجرام التي تتحول إلى طاقة مقدارها 190 MeV

الحل :

$$m(u) = \frac{E}{931} = \frac{190}{931} = 0.2 \text{ u}$$

حساب الكتلة بوحدة (u)

$$m(\text{kg}) = 0.2 \times 1.66 \times 10^{-27}$$

$$= 3.32 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

تحويل الكتلة من وحدة (u) إلى وحدة (kg)

بالضرب في  $1.66 \times 10^{-27}$



لضمان التفوق

احرص على اقتناء  
كتب الامتحان  
في جميع المواد

للسف 1 الثانوى



## القوى النووية القوية

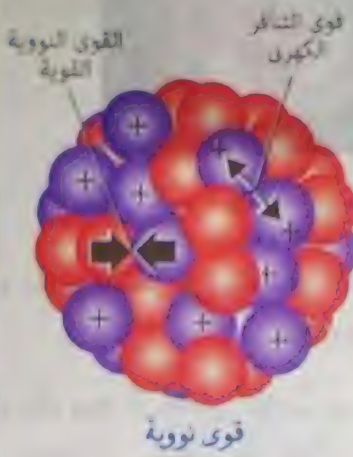
تتحافظ أنوية الذرات على استقرارها وتماسكها بالرغم من ضلالة قوى التجاذب المادي بين النيوكليونات وبعضها، مقارنة بقوى التنافر الكهريسي (قوى كهروستاتيكية) بين البروتونات وبعضها ... **علل؟**

لوجود قوى أخرى قوية تعمل على ترابط النيوكليونات ببعضها

لضمان استقرار أنوية الذرات المستقرة تعرف باسم القوى النووية القوية.

## القوى النووية القوية

قوى تعمل على ترابط النيوكليونات داخل النواة.



**علل؟** تسمى القوى التي تعمل على ترابط النيوكليونات ببعضها باسم القوى النووية القوية.

لأن تأثيرها على النيوكليونات كبير جداً داخل الحيز الصغير للنواة.

## خصائص القوى النووية القوية

(١) ذات قوة هائلة.

(٢) لا تعتمد على شحنة النيوكليونات ... **علل؟**

لأنها تكون بين :

- بروتون و بروتون،
- نيوترون و نيوترون،
- بروتون و نيوترون.

(٣) تعمل في مدى قصير (أي لا يبدأ التجاذب بين النيوكليونات،

إلا عندما تكون المسافة بينها صغيرة للغاية).



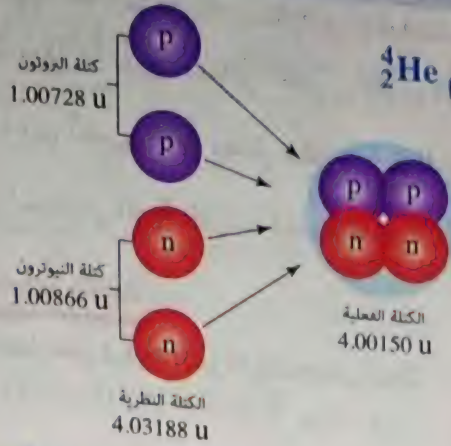
شكل تخيلي قذلي فيه  
النيوكليونات بالكرات  
والقوى النووية القوية باللون الأزرق

**اكتب نبذة عن خصائص القوى النووية القوية.**

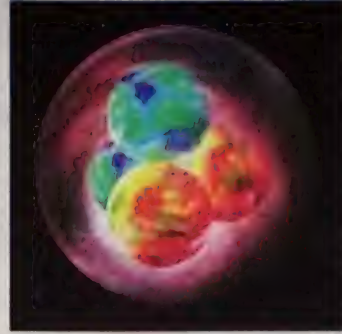


## طاقة الترابط النووي

\* أثبتت جميع القياسات الدقيقة لكتل الأنوية المختلفة، أن كتلة النيوكليونات المترابطة (الكتلة الفعلية للنواة) تكون أقل من مجموع كتل النيوكليونات الحرة (الكتلة النظرية للنواة).  
حيث أن : مقدار النقص في الكتلة = الكتلة النظرية - الكتلة الفعلية



**تطبيق** مقدار النقص في كتلة مكونات نواة ذرة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$



شكل تخيلي لنواة ذرة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$

الكتلة الفعلية (4.00150 u) لنواة ذرة  ${}^4_2\text{He}$   
أقل من كتلتها النظرية (4.03188 u)

\* مقدار النقص في الكتلة = الكتلة النظرية - الكتلة الفعلية

$$0.03038 \text{ u} = (4.00150) - (4.03188) =$$

**علل :** الكتلة الفعلية لنواة أى ذرة أقل من مجموع كتل مكوناتها.

لتحول جزء من كتلة مكونات النواة إلى طاقة لربط تلك المكونات ببعضها.

\* وقد وجد أن مقدار النقص في كتلة النيوكليونات يتحول إلى طاقة لربط مكونات النواة ببعضها، تعرف بطاقة الترابط النووي.

## طاقة الترابط النووي

كمية الطاقة المكافئة لمقدار النقص في كتلة مكونات النواة.

\* يمكن حساب طاقة الترابط النووي باستخدام قانون أينشتاين، كالتالى :

$$\text{طاقة الترابط النووي (BE)} = \text{النقص في الكتلة (الكتلة المتحولة)} \times 931$$

«MeV»                      «u»

\* وتسمى القيمة التى يساهم بها كل نيوكليون فى طاقة الترابط النووي بطاقة الترابط النووي لكل نيوكليون، والتى يمكن حسابها من العلاقة :

$$\text{طاقة الترابط النووي لكل نيوكليون} = \frac{\text{طاقة الترابط النووي الكلية (BE)}}{\text{عدد النيوكليونات «العدد الكتلى» (A)}}$$

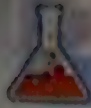
**اذكر العلاقة بين ثبات نواة ذرة العنصر وطاقة الترابط النووي لكل نيوكليون بها.**

\* وتعتبر طاقة الترابط النووي لكل نيوكليون  $\left(\frac{BE}{A}\right)$

مقياساً مناسباً لمدى الاستقرار النووي ... **علل ؟**

لأن ثبات الأنوية يزداد بزيادة قيمة  $\left(\frac{BE}{A}\right)$  لها.





(١) احسب طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون في نواة ذرة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$  علمًا بأن كتلتها الفعلية تساوي  $4.00150 \text{ u}$  وكتلة كل من البروتون والنيوترون  $1.00728 \text{ u}$  ،  $1.00866 \text{ u}$  على الترتيب.

فكرة الحل :

<p>① حساب الكتلة النظرية لمكونات النواة من العلاقة :</p> <p>الكتلة النظرية = (عدد البروتونات × كتلة البروتون) + (عدد النيوترونات × كتلة النيوترون)</p> <p>الكتلة النظرية = <math>(1.00866 \times 2) + (1.00728 \times 2) =</math>  <math>2.01732 + 2.01456 =</math>  <math>4.03188 \text{ u} =</math></p>	<p>② حساب النقص في كتلة مكونات النواة من العلاقة :</p> <p>النقص في الكتلة = الكتلة النظرية - الكتلة الفعلية</p> <p>النقص في الكتلة = <math>4.00150 - 4.03188 =</math>  <math>0.03038 \text{ u} =</math></p>
<p>③ حساب طاقة الترابط النووي من العلاقة :</p> <p>طاقة الترابط النووي = النقص في الكتلة × <math>931</math></p> <p>طاقة الترابط النووي = <math>931 \times 0.03038 =</math>  <math>28.28378 \text{ MeV} =</math></p>	<p>④ حساب طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون من العلاقة :</p> <p>طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون = <math>\frac{\text{طاقة الترابط النووي الكلية}}{\text{عدد النيوكلونات}}</math></p> <p>طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون = <math>\frac{28.28378}{4} =</math>  <math>7.070945 \text{ MeV} =</math></p>

(٢) احسب الكتلة الفعلية لنواة ذرة السيليكون  ${}^{28}_{14}\text{Si}$

علمًا بأن : \* كتلة النيوترون  $1.00866 \text{ u}$  \* كتلة البروتون  $1.00728 \text{ u}$

\* طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون بها  $8.21275 \text{ MeV}$

الحل :

طاقة الترابط النووي = طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون × عدد النيوكلونات

$$229.957 \text{ MeV} = 28 \times 8.21275 =$$

$$0.247 \text{ u} = \frac{229.957}{931} = \frac{\text{طاقة الترابط النووي}}{931} = \text{النقص في الكتلة}$$

عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري

$$14 = 28 - 14 = \text{عدد النيوترونات}$$

الكتلة النظرية = (عدد البروتونات × كتلة البروتون) + (عدد النيوترونات × كتلة النيوترون)

$$28.22316 \text{ u} = (1.00866 \times 14) + (1.00728 \times 14) =$$

الكتلة الفعلية = الكتلة النظرية - النقص في الكتلة

$$27.97616 \text{ u} = 0.247 - 28.22316 =$$



(٢) احسب طاقة الترابط النووي بوحدة الجول لنواة ذرة ما، علمًا بأن :

\* قيمة A لها = 6 \* قيمة Z لها = 3 \* كتلتها الفعلية = 6.015 u

\* كتلة البروتون = 1.00728 u \* كتلة النيوترون = 1.00866 u

**الحل :** عدد النيوترونات (N) = العدد الكتلي (A) - العدد الذري (Z)

$$3 - 6 = 3 \text{ نيوترون}$$

الكتلة النظرية = (عدد البروتونات × كتلة البروتون) + (عدد النيوترونات × كتلة النيوترون)

$$6.04782 \text{ u} = 3.02598 + 3.02184 = (1.00866 \times 3) + (1.00728 \times 3) =$$

$$0.03282 \text{ u} = 6.015 - 6.04782 = \text{الكتلة الفعلية} - \text{الكتلة النظرية}$$

يتم تحويل النقص في الكتلة من وحدة u

$$1.66 \times 10^{-27} \text{ kg} \text{ بالضرب في}$$

**حل آخر :**

$$\text{طاقة الترابط النووي (BE)} = \text{النقص في الكتلة} \times 931$$

$$931 \times 0.03282 =$$

$$30.55542 \text{ MeV} =$$

طاقة الترابط النووي (J)

$$= \text{طاقة الترابط النووي (MeV)} \times 1.6 \times 10^{-13}$$

$$= 1.6 \times 10^{-13} \times 30.55542 =$$

$$4.9 \times 10^{-12} \text{ J} =$$

$$1.66 \times 10^{-27} \times 0.03282 = \text{النقص في الكتلة (kg)} *$$

$$5.44812 \times 10^{-29} \text{ kg} =$$

$$\text{طاقة الترابط النووي (J)} = \text{النقص في الكتلة (kg)} \times c^2$$

$$= (3 \times 10^8)^2 \times 5.44812 \times 10^{-29} =$$

$$4.9 \times 10^{-12} \text{ J} =$$

(٤) أيًا من النظيرين (الأكسجين  $^{16}_8\text{O}$  / الأكسجين  $^{17}_8\text{O}$ ) أكثر استقرارًا ؟ مع تعليل إجابتك.

**علمًا بأن :** \* الكتلة الفعلية للنظير ( $^{16}_8\text{O}$ ) = 15.994915 u \* الكتلة الفعلية للنظير ( $^{17}_8\text{O}$ ) = 16.999132 u

\* كتلة البروتون = 1.00728 u

\* كتلة النيوترون = 1.00866 u

**الحل :**

نظير الأكسجين  $^{17}_8\text{O}$

نظير الأكسجين  $^{16}_8\text{O}$

الكتلة النظرية

$$17.13618 \text{ u} = (1.00866 \times 9) + (1.00728 \times 8)$$

$$16.12752 \text{ u} = (1.00866 \times 8) + (1.00728 \times 8)$$

النقص في الكتلة

$$0.137048 \text{ u} = 16.999132 - 17.13618$$

$$0.132605 \text{ u} = 15.994915 - 16.12752$$

طاقة الترابط النووي

$$127.591688 \text{ MeV} = 931 \times 0.137048 = \text{BE}$$

$$123.455255 \text{ MeV} = 931 \times 0.132605 = \text{BE}$$

طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون

$$7.5 \text{ MeV} = \frac{127.591688}{17} = \frac{\text{BE}}{A}$$

$$7.7 \text{ MeV} = \frac{123.455255}{16} = \frac{\text{BE}}{A}$$

∴ النظير  $^{16}_8\text{O}$  أكثر استقرارًا من النظير  $^{17}_8\text{O}$  / لأن مقدار طاقة الترابط النووي لكل نيوكلون  $\frac{\text{BE}}{A}$  فيه أكبر.





(ه) احسب العدد الذري لعنصر ما، علمًا بأن :

\* طاقة الترابط النووي الكلية له = 27.36 MeV

\* طاقة الترابط النووي لكل نيوكليون في نواة ذرته = 6.84 MeV

\* كتلة النيوترونات = 2.01732 u

\* كتلة النيوترون = 1.00866 u

الحل :

$$4 = \frac{27.36}{6.84} = \frac{\text{طاقة الترابط النووي الكلية}}{\text{طاقة الترابط النووي لكل نيوكليون}} = \text{عدد النيوكليونات}$$

$$2 = \frac{2.01732}{1.00866} = \frac{\text{كتلة النيوترونات}}{\text{كتلة النيوترون}} = \text{عدد النيوترونات}$$

$$2 = 2 - 4 = \text{عدد النيوكليونات} - \text{عدد النيوترونات} = \text{العدد الذري}$$

## الاستقرار النووي

\* يستخدم مصطلح الاستقرار (الثبات) لوصف مدى قابلية أنوية ذرات العناصر للانحلال.

وعلى هذا الأساس تم تصنيف العناصر تبعًا لثبات أنوية ذراتها إلى :

### عناصر غير مستقرة

العنصر غير المستقر

عنصر تتحلل نواة ذرته بمرور الزمن،  
نتيجة حدوث نشاط إشعاعي.

### عناصر مستقرة

العنصر المستقر

عنصر تبقى نواة ذرته ثابتة بمرور الزمن،  
دون حدوث أى نشاط إشعاعي.

\* وتحدد النسبة بين عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات ( $\frac{N}{Z}$ ) مدى استقرار الأنوية.

\* الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين عدد النيوترونات

وعدد البروتونات لأنوية ذرات عناصر الجدول الدوري

ومنه يتضح أن :

(١) أنوية ذرات العناصر المستقرة :

• تشكل منطقة تنحرف قليلاً إلى اليسار عن الخط الذي

يمثل  $N = Z$  وتعرف هذه المنطقة بحزام الاستقرار

Belt of stability

• تكون فيها النسبة  $\frac{N}{Z}$  تساوي 1، أى يتساوى فيها

عدد النيوترونات مع عدد البروتونات فى حالة

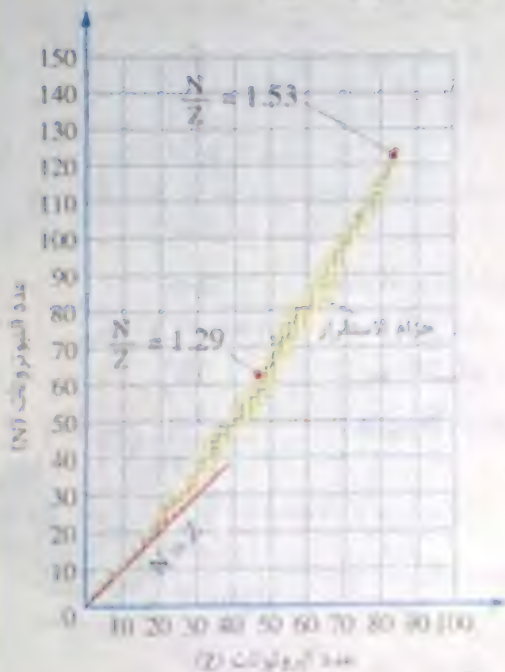
العناصر المستقرة الخفيفة (التي يقل عدد النيوكليونات

فيها عن 38) مثل الكربون  $^{12}_6\text{C}$  ، الأكسجين  $^{16}_8\text{O}$

• بزيادة العدد الذري لهذه العناصر تزداد النسبة  $\frac{N}{Z}$

تدريجياً حتى تصل إلى حوالى 1.53

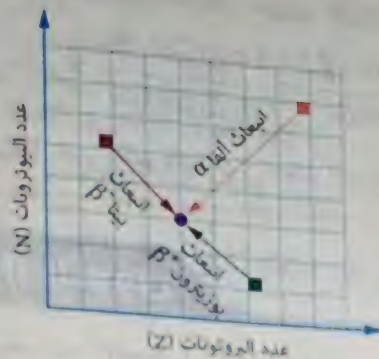
فى نظير الرصاص  $^{208}_{82}\text{Pb}$



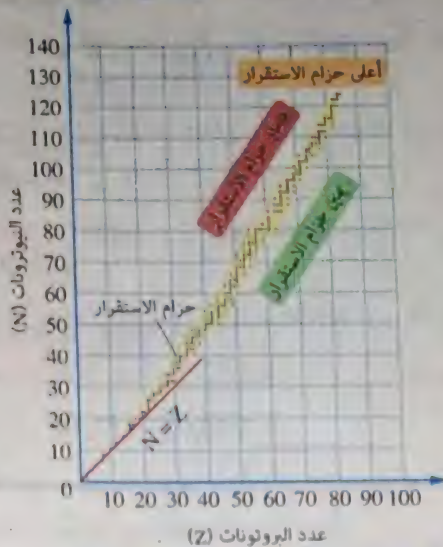
تشكل الأنوية المستقرة ما يُعرف بحزام الاستقرار



(٢) أنوية ذرات العناصر غير المستقرة : تقع يمين أو يسار أو أعلى حزام الاستقرار، ولكي تصل إلى حالة الاستقرار ينبعث منها جسيمات من خلال نشاط إشعاعي، كما يتضح من الشكلين التاليين :



كيفية وصول أنوية ذرات العناصر غير المستقرة إلى حالة الاستقرار



موقع أنوية ذرات العناصر غير المستقرة بالنسبة لحزام الاستقرار

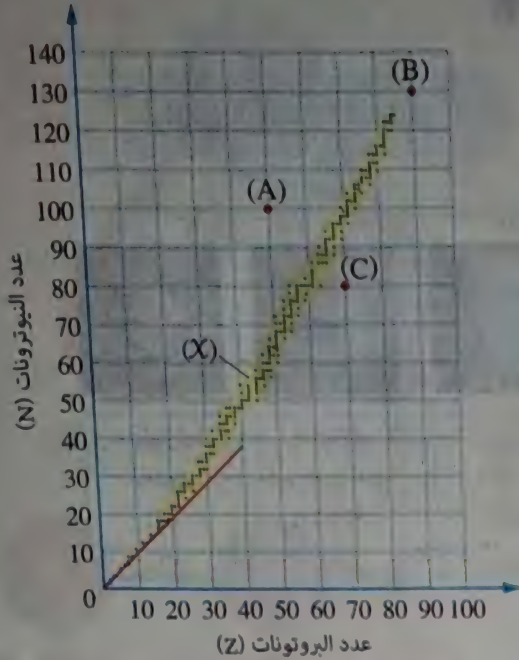
\* الجدول التالي يوضح سبب عدم استقرار أنوية الذرات وكيفية وصولها لحالة الاستقرار :

موقع الأنوية غير المستقرة	سبب عدم استقرار أنوية الذرات	كيفية وصول الأنوية غير المستقرة لحالة الاستقرار
يسار حزام الاستقرار مثل $^{14}_6\text{C}$	عدد النيوترونات فيها أكبر من حد الاستقرار النسبة $\frac{N}{Z}$ كبيرة	بانبعاث جسيم بيتا (إلكترون نواة سالب) $\beta^-$ من نواة ذرة العنصر غير المستقر ... <b>علل؟</b> لتحويل أحد النيوترونات الزائدة إلى بروتون حتى تتعدل النسبة $(\frac{N}{Z})$ لتقترب من حزام الاستقرار $n \xrightarrow[\text{جسيم بيتا } \beta^-]{\text{انبعاث}} p$ نيوترون بروتون
يمين حزام الاستقرار مثل $^{35}_{19}\text{K}$	عدد البروتونات فيها أكبر من حد الاستقرار النسبة $\frac{N}{Z}$ صغيرة	بانبعاث بوزيترون (إلكترون نواة موجب) $\beta^+$ من نواة ذرة العنصر غير المستقر ... <b>علل؟</b> لتحويل أحد البروتونات الزائدة إلى نيوترون حتى تتعدل النسبة $(\frac{N}{Z})$ لتقترب من حزام الاستقرار $p \xrightarrow[\text{إلكترون بيتا } \beta^+]{\text{انبعاث}} n$ بروتون نيوترون
أعلى حزام الاستقرار مثل $^{238}_{92}\text{U}$	عدد البروتونات فيها أكبر من حد الاستقرار	بانبعاث جسيم ألفا (نواة هيليوم) $\alpha$ من نواة ذرة العنصر غير المستقر ... <b>علل؟</b> لفقد (2 بروتون ، 2 نيوترون) لتقترب من حزام الاستقرار





(١) ادرس الشكل المقابل، ثم أجب عما يلي :



(١) ما الذي يمثله (X) ؟

(٢) (A) ، (B) ، (C) تمثل مواضع ثلاث

أنوية لذرات عناصر غير مستقرة، أى من

هذه الأنوية يكتسب استقراراً بانبعاث :

(١) دقيقة بيتا  $\beta^-$  (ب) بوزيترون  $\beta^+$

مع تفسير إجابتك.

الحل :

(١) حزام الاستقرار.

(٢) (١) نواة العنصر (A) / لأن عدد النيوترونات فيها

أكبر من حد الاستقرار «النسبة  $\frac{N}{Z}$  كبيرة».

(ب) نواة العنصر (C) / لأن عدد البروتونات فيها

أكبر من حد الاستقرار «النسبة  $\frac{N}{Z}$  صغيرة».

(٢) العنصران X ، Y لهما نفس العدد من النيوكليونات، فإذا كانت النسبة  $\frac{N}{Z}$  للعنصر X تساوى 1

واللعنصر Y تساوى 1.5 استنتج الرمز الكيميائي لنواة ذرة العنصر المستقر Y.

علماً بأن نواة العنصر X تحتوى على 5 بروتونات.

الحل :

\* بالنسبة للعنصر (X) :

$$\therefore \frac{N}{Z} = 1$$

$$Z = 5$$

$$\therefore N = 5$$

∴ عدد النيوكليونات فى نواة أيًا من العنصر X أو العنصر Y = 5 + 5 = 10 نيوكليون

$$\therefore N : Z = 1.5 : 1 = 6 : 4$$

\* بالنسبة للعنصر (Y) :

$$\therefore N = 6$$

$$Z = 4$$

∴ الرمز الكيميائي لنواة ذرة العنصر :  $^{10}_4Y$



مورى جيلمان

## مفهوم الكوارك

\* أثبت العالم مورى جيلمان فى عام 1963 أن البروتونات

عبارة عن تجمع جسيمات أولية، أطلق عليها مصطلح الكواركات،

حيث : • يتميز كل منها برقم يرمز له بالرمز Q يعبر عن شحنتها.

• تأخذ قيم منسوبة لشحنة الإلكترون ( $-\frac{1}{3}e$  أو  $+\frac{2}{3}e$ )

• يبلغ العدد المعروف منها ستة أنواع.



\* المخطط التالي يوضح تصنيف الكواركات تبعاً لقيم  $Q$  لكل منها :

### الكواركات



### تركيب البروتون و النيوترون

#### النيوترون

يتركب من ارتباط

1 كوارك علوى " مع 2 كوارك سفلى d



#### تركيبه

شحنته الكهربائية

الشحنة الكهربائية للنيوترون  $Q_n$  متعادلة ... **علل؟**

لأن شحنة النيوترون تساوى مجموع شحنات الكواركات المكونة له.

$$Q_n = u + d + d$$

$$= \frac{2}{3} + (-\frac{1}{3}) + (-\frac{1}{3}) = 0$$

#### البروتون

يتركب من ارتباط

1 كوارك سفلى d مع 2 كوارك علوى u



الشحنة الكهربائية للبروتون  $Q_p$  موجبة ... **علل؟**

لأن شحنة البروتون تساوى مجموع شحنات الكواركات المكونة له.

$$Q_p = d + u + u$$

$$= -\frac{1}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = +1e$$

#### التفسير



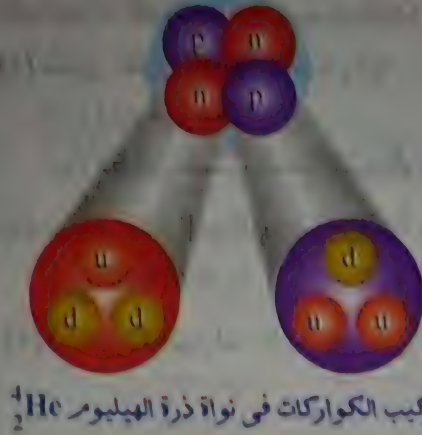


(١) وضع تركيب الكواركات في نواة ذرة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$

الحل :

\* تتركب نواة ذرة الهيليوم من :

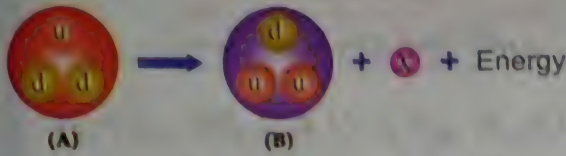
- 2 بروتون (يتركب كل منهما من ارتباط 1 كوارك سفلي d مع 2 كوارك علوي u).
- 2 نيوترون (يتركب كل منهما من ارتباط 1 كوارك علوي u مع 2 كوارك سفلي d).



تركيب الكواركات في نواة ذرة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$

(٢) ادرس الشكل المقابل،

ثم أجب عن الأسئلة التالية :



- (1) ما الذي يعبر عنه كل من الشكلين (A) ، (B) ؟ مع حساب الشحنة الكهربائية لكل منهما.
- (ب) عما يعبر الجسيم (X) ؟ وما نوع شحنته ؟

الحل :

- (1) (A) : نيوترون (n) . (B) : بروتون (p) .

$$* Q_n = \frac{2}{3} + (-\frac{1}{3}) + (-\frac{1}{3}) = 0$$

$$* Q_p = -\frac{1}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = +1e$$

(ب) جسيم بيتا  $\beta^-$  / شحنة سالبة.

(٣) عنصر عدده الذري 9 وتحوى نواة ذرته على 29 كوارك سفلي. احسب :

- (1) العدد الكتلي للعنصر.
- (ب) عدد الكواركات العلوية في نواة ذرة العنصر.

الحل :

(1) عدد البروتونات = العدد الذري = 9 بروتون.

∴ كل بروتون يتركب من ارتباط 1 كوارك سفلي d مع 2 كوارك علوي u

∴ عدد الكواركات السفلية المكونة للبروتونات = 9 كوارك سفلي.

∴ عدد الكواركات السفلية المكونة للنيوترونات = 29 - 9 = 20 كوارك سفلي.

∴ كل نيوترون يتركب من ارتباط 1 كوارك علوي u مع 2 كوارك سفلي d

∴ عدد النيوترونات =  $\frac{20}{2} = 10$  نيوترون

∴ العدد الكتلي للعنصر = عدد البروتونات + عدد النيوترونات = 10 + 9 = 19

(ب) عدد الكواركات العلوية في نواة ذرة العنصر = عدد الكواركات العلوية المكونة للبروتونات + عدد الكواركات العلوية المكونة للنيوترونات

$$= (10 \times 1) + (9 \times 2) = 28 \text{ كوارك علوي}$$



# النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية

## الدرس الأول

من  
إلى

التفاعلات النووية.

ما قبل تفاعلات التحول النووي (العنصرى).

## الدرس الثانى

من  
إلى

نهاية الفصل.

تفاعلات التحول النووي (العنصرى).

### أهم المفاهيم

- التفاعلات النووية.
- عمر النصف.
- تفاعلات التحول النووي (العنصرى).
- التفاعل المتسلسل.
- الحجم الحرج.
- الاندماج النووي.
- الإشعاعات المؤينة.
- الإشعاعات غير المؤينة.

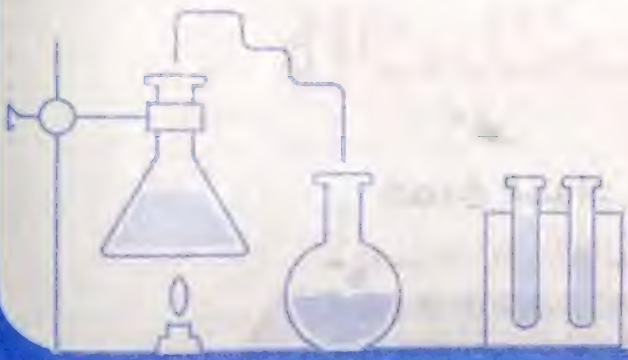
### نواتج التعلم

بعد دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- (١) يتعرف النشأة التاريخية لمفهوم النشاط الإشعاعى.
- (٢) يحدد أنواع الإشعاعات الصادرة من العناصر المشعة ويذكر خواصها.
- (٣) يقارن بين أشعة ألفا و بيتا و جاما.
- (٤) يحسب عمر النصف لبعض العناصر.
- (٥) يوضح كيفية إتمام تفاعلات التحول النووي (العنصرى).
- (٦) يذكر فكرة عمل المفاعل النووى الاشطارى و أهميته.
- (٧) يقارن بين تفاعلات الانشطار النووى و الاندماج النووى.
- (٨) يفسر الأساس العلمى للمفاعلات النووية.
- (٩) يحدد أهمية التفاعلات النووية فى بعض المجالات.

### أهم العناصر

- \* التفاعلات النووية.
- \* تفاعلات التحول الطبيعى للعناصر.
- \* عمر النصف.
- \* تفاعلات التحول النووى (العنصرى).
- \* تفاعلات الانشطار النووى.
- \* تفاعلات الاندماج النووى.
- \* الاستخدامات السلمية للنظائر المشعة.
- \* الآثار الضارة للإشعاعات النووية.





## التفاعلات النووية

تختلف التفاعلات النووية عن التفاعلات الكيميائية ... **علل؟**

لأن التفاعلات الكيميائية تتم بين ذرات العناصر المتفاعلة عن طريق إلكترونات مستويات الطاقة الخارجية لها، في حين لا يحدث تغير في أنوية هذه الذرات، أما في التفاعلات النووية فيؤدي تصادم أنوية ذرات العناصر المتفاعلة ببعضها إلى حدوث تغير في تركيبها ينتج عنه تكوين أنوية ذرات عناصر جديدة.

### التفاعلات النووية

تفاعلات تتضمن تغير في تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة عند تصادمها وتكوين أنوية ذرات عناصر جديدة.

وتصنف التفاعلات النووية إلى أربعة أنواع، هي:

**أولى** تفاعلات التحول الطبيعي للعناصر (النشاط الإشعاعي الطبيعي)

**ثانية** تفاعلات التحول النووي (العنصرى)

**ثالثة** تفاعلات الانشطار النووي

**رابعة** تفاعلات الاندماج النووي

## أولى تفاعلات التحول الطبيعي للعناصر

### اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي

- في عام 1896 اكتشف العالم هنري بيكريل - عن طريق الصدفة - ظاهرة انبعاث إشعاعات غير مرئية من أحد مركبات اليورانيوم.
- وفي عام 1898 أطلقت ماري كوري على هذه الظاهرة مصطلح النشاط الإشعاعي.



ماري كوري

**ما دور كل من هنري بيكريل وماري كوري في مجال الكيمياء النووية؟**

- وانصب اهتمام الباحثين بعد ذلك على معرفة طبيعة الإشعاعات المنبعثة من المواد المشعة ومقارنة خواصها واتبعوا في ذلك طريقتان، هما:
- اختبار مقدرة هذه الإشعاعات على اختراق المواد.
- مقارنة مدى اختراق هذه الإشعاعات بتأثير كل من المجال المغناطيسى والمجال الكهربى.



الإشعاعات الصادرة من مركب اليورانيوم تخترق الورق ولكنها لا تخترق الأجسام المعدنية



\* وقد دلت التجارب على أن هناك ثلاثة أنواع مختلفة من الإشعاعات تنبعث من المواد ذات النشاط الإشعاعي الطبيعي، وهي :

1 أشعة ألفا

2 أشعة بيتا

3 أشعة جاما

### 1 أشعة (دقائق) ألفا $\alpha$

**علل :** اختلاف دقيقة ألفا عن ذرة الهيليوم، رغم أن رمز كل منهما  ${}^4_2\text{He}$  لأن دقيقة ألفا موجبة الشحنة، بينما ذرة الهيليوم متعادلة الشحنة.

\* دقيقة ألفا  $\alpha$  عبارة عن نواة ذرة هيليوم، حيث تتكون من 2 بروتون، 2 نيوترون، ويرمز لها بالرمز  ${}^4_2\text{He}$

\* انبعاث دقيقة ألفا  $\alpha$  من نواة ذرة عنصر مشع يؤدي إلى حدوث تحول عنصري ... **علل ؟**

لتكون عنصر جديد :

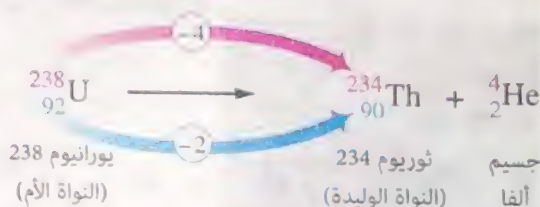
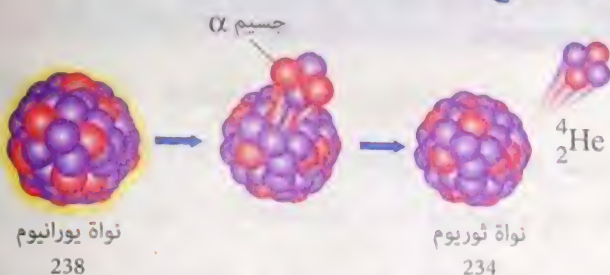
عدده الذري أقل بمقدار 2 ،

وعده الكتلي أقل بمقدار 4

بالنسبة للنواة الأم.



### تطبيق انبعاث دقيقة ألفا من نواة ذرة اليورانيوم 238 المشع.



انبعاث دقيقة ألفا من نواة ذرة يورانيوم غير مستقرة

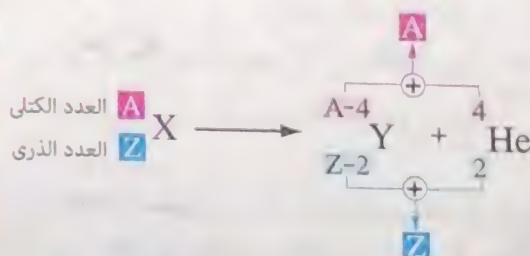
\* ولاحظ أن :

- العدد الكتلي A للنواة الأم = مجموع الأعداد الكتلية لكل من النواة الناتجة (الوليدة) ودقيقة ألفا.

- العدد الذري Z للنواة الأم = مجموع الأعداد الذرية لكل من النواة الناتجة (الوليدة) ودقيقة ألفا.

**علل :** تُعتبر أي معادلة نووية موزونة.

لأن مجموع كل من الأعداد الكتلية والذرية للمتفاعلات يساوي مجموع الأعداد الكتلية والذرية للنواتج.





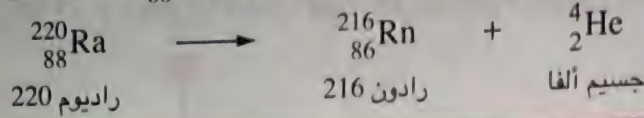


## الدرس الأول

### مثال

اكتب المعادلة النووية الدالة على فقد دقيقة ألفا من نظير الراديوم  $^{220}_{88}\text{Ra}$  لتكوين نظير الرادون Rn

الحل :



### أشعة (دقائق) بيتا $\beta^-$

\* يُطلق على دقيقة بيتا  $\beta^-$  اسم إلكترون النواة ... **علل ؟**

لأنها تحمل صفات الإلكترون من حيث الكتلة والشحنة والسرعة.

\* يمكن إهمال كتلة دقيقة بيتا ... **علل ؟**

لضالتها بالنسبة لوحدة الكتل الذرية.

\* يرمز لدقيقة بيتا بالرمز  $^0_{-1}\text{e}$  ... **علل ؟**

لأن الرمز  $^0_{-1}\text{e}$  يعنى أن شحنتها تعادل وحدة الشحنات السالبة (الإلكترون)، و 0 يعنى أن كتلتها مهمة مقارنة بكتلة البروتون والنيوترون.

\* انبعاث دقيقة (جسيم) بيتا  $\beta^-$  من نواة ذرة عنصر مشع

يؤدى إلى تكوّن عنصر جديد عدده الذرى أكبر بمقدار 1، بينما عدده الكتلى (عدد النيوكليونات) لا يتغير (يظل كما هو)

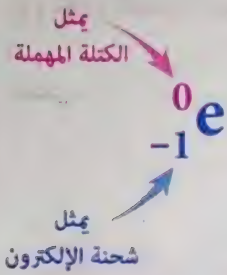
بالنسبة للنواة الأم ... **علل ؟**

لأن جسيم بيتا  $^0_{-1}\text{e}$  ينتج من تحول نيوترون إلى بروتون.

### للإيضاح فقط :

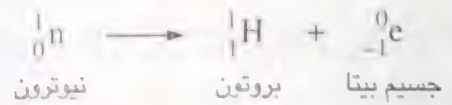
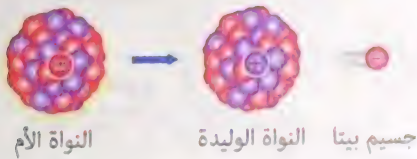
• كتلة الإلكترون :  $5.49 \times 10^{-4} \text{ u}$

• شحنة الإلكترون :  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$



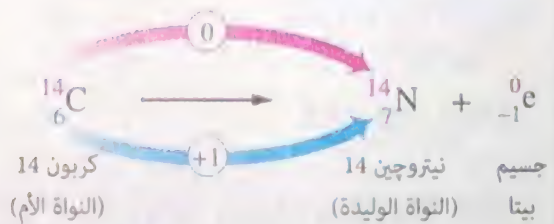
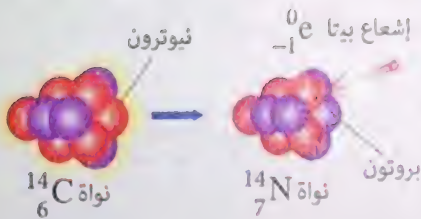
**علل :** حدوث تحول عنصرى عند خروج

جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر مشع.



انبعاث دقيقة بيتا من نواة غير مستقرة

**تطبيق** انبعاث دقيقة بيتا من نواة ذرة الكربون 14 المشع.

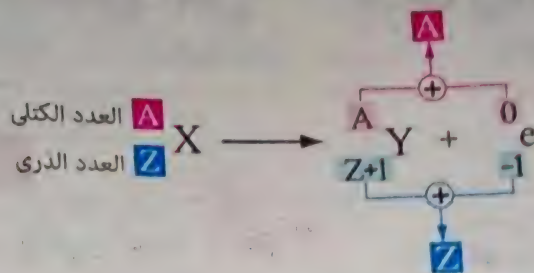


انبعاث دقيقة بيتا من نواة ذرة كربون غير مستقرة



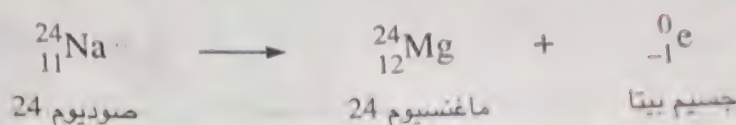
\* وملاحظ أن :

- العدد الكتلي  $A$  للنواة الأم = مجموع الأعداد الكتلية لكل من النواة الناتجة (الوليدة) وجسيم بيتا.
- العدد الذري  $Z$  للنواة الأم = مجموع الأعداد الذرية لكل من النواة الناتجة (الوليدة) وجسيم بيتا.



### أمثلة

(١) اكتب المعادلة النووية الدالة على فقد دقيقة بيتا من نظير الصوديوم  $^{24}_{11}\text{Na}$  لتكوين نظير الماغنسيوم  $\text{Mg}$



الحل :

(٢) اكتب العدد الكتلي و العدد الذري لعنصر مشع يتحول إلى عنصر مستقر عدده الذري 82 وعدده الكتلي 206 بعدما يفقد 5 جسيمات ألفا و 4 جسيمات بيتا.



الحل :

$$A = 206 + (5 \times 4) + (4 \times 0) = 226$$

العدد الكتلي

$$Z = 82 + (5 \times 2) + (4 \times -1) = 88$$

العدد الذري

(٣) استنتج أعداد جسيمات ألفا و جسيمات بيتا المنبعثة أثناء تحول اليورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$  إلى الرصاص  $^{206}_{82}\text{Pb}$



الحل :

$$238 = 206 + (X \times 4) + (Y \times 0)$$

$$238 = 206 + 4X$$

$$\therefore X = 8$$

عدد جسيمات ألفا

$$92 = 82 + (X \times 2) + (Y \times -1)$$

$$92 = 82 + (8 \times 2) - Y$$

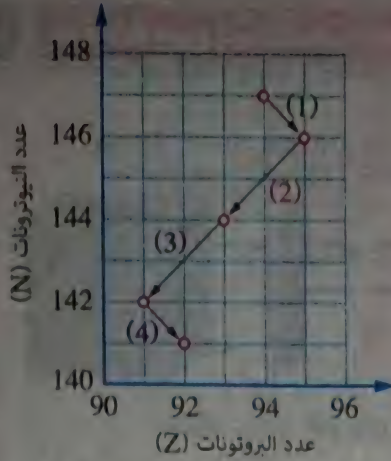
$$\therefore Y = 6$$

عدد جسيمات بيتا





## الدرس الأول



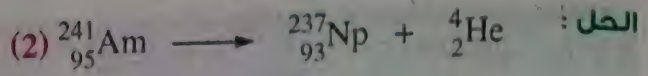
(٤) من الشكل المقابل استبدل الأرقام من (1) : (4)

بأربعة تفاعلات نووية تدل على نشاط إشعاعي طبيعي،

بمعلومية رموز العناصر المشعة وأعدادها الذرية

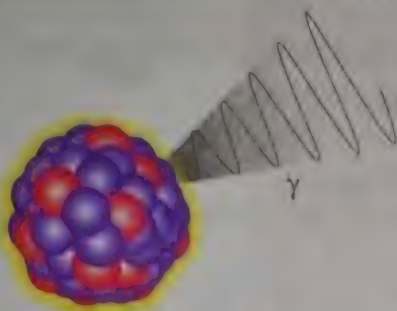
الموضحة بالجدول التالي :

العنصر	Pu	Am	Np	U	Pa
Z	94	95	93	92	91



## أشعة جاما $\gamma$

٢



انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع

\* خصائص أشعة جاما  $\gamma$  :

• عبارة عن موجات كهرومغناطيسية (فوتونات)

عديمة الكتلة والشحنة.

• طولها الموجي قصير جداً.

• سرعتها تساوى سرعة الضوء.

• ترددها كبير.

• طاقة فوتوناتها عالية ... **علل ؟**

لكبر تردد موجاتها وصغر أطوالها الموجية، حيث

تعتبر أقصر الموجات الكهرومغناطيسية بعد الأشعة الكونية.

\* انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع لا يؤدي إلى حدوث تغير في العدد الكتلي أو العدد الذري ... **علل ؟**

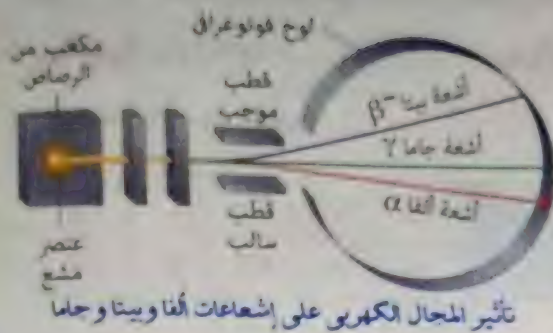
لأنها عبارة عن موجات كهرومغناطيسية (فوتونات) عديمة الكتلة والشحنة.

\* يمكن تلخيص تأثير انبعاث كل من ألفا ، بيتا ، جاما من أنوية الذرات في الجدول التالي :

التأثير على	انبعاث	ألفا $\alpha$ ( ${}^4_2\text{He}$ )	بيتا $\beta$ ( ${}^0_{-1}\text{e}$ )	جاما $\gamma$
عدد البروتونات	يقل بمقدار 2	يزداد بمقدار 1	لا يحدث تغيير	
العدد الذري	يقل بمقدار 2	يزداد بمقدار 1	لا يحدث تغيير	
عدد النيوترونات	يقل بمقدار 2	يقل بمقدار 1	لا يحدث تغيير	
العدد الكتلي	يقل بمقدار 4	لا يحدث تغيير (يقل كما هو)	لا يحدث تغيير	



## مقارنة بين إشعاعات ألفا و بيتا و جاما



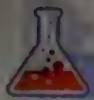
نفاذية إشعاعات ألفا وبيتا وجاما

أوجه المقارنة	أشعة ألفا	أشعة بيتا	أشعة جاما
الرمز	$\alpha$	$\beta^-$	$\gamma$
الطبيعة	نواة ذرة هيليوم ${}^4_2\text{He}$	إلكترون نواة ${}^0_{-1}\text{e}$	موجات كهرومغناطيسية (فوتونات)
الكتلة	أربعة أمثال كتلة البروتون تقريباً	$\frac{1}{1800}$ من كتلة البروتون	عديمة الكتلة
الشحنة	موجبة الشحنة	سالبة الشحنة	عديمة الشحنة
القدرة على النفاذ	ضعيفة «لا يمكنها النفاذ من ورقة كراسة»	متوسطة «لا يمكنها النفاذ من شريحة ألومنيوم سُمكها 5 mm»	عالية جداً «تستطيع النفاذ خلال شريحة من الرصاص سُمكها عدة سنتيمترات وإن كانت شدتها تقل أثناء النفاذ»
القدرة على تأيين ذرات الوسط الذي تمر به	عالية جداً	عالية	منخفضة
التأثر بالمجال الكهربائي	تنحرف قليلاً ناحية القطب السالب	تنحرف انحرافاً كبيراً ناحية القطب الموجب	لا تتأثر بالمجال الكهربائي
التأثر بالمجال المغناطيسي	تنحرف قليلاً	تنحرف انحراف كبير	لا تتأثر بالمجال المغناطيسي

مقارنة بين أشعة ألفا و أشعة بيتا و أشعة جاما.





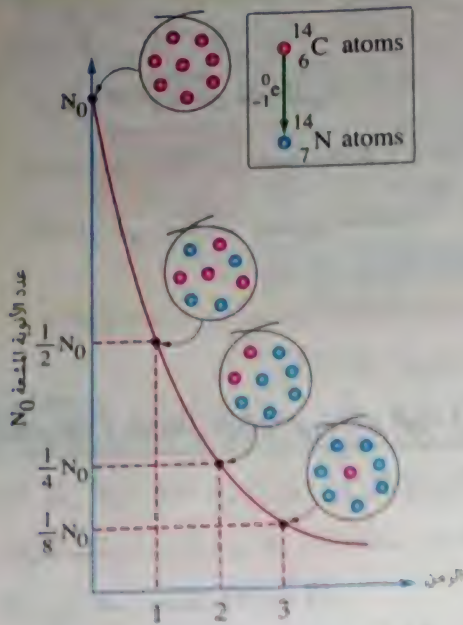


\* استنتج العلماء من دراسة النشاط الإشعاعي أن :

- نشاط المادة المشعة يقل بمرور الزمن.
- عدد أنوية ذرات كل عنصر تنحل إلى النصف بعد مرور فترة زمنية محددة أطلقوا عليها مصطلح عمر النصف  $t_{1/2}$

**عمر النصف**

الزمن اللازم لتحلل عدد أنوية ذرات العنصر المشع إلى النصف.



العلاقة بين عدد الأنوية المشعة وزمن تحللها

الزمن (zero)

- (1) بعد مرور زمن عمر نصف
- (2) بعد مرور زمن عمر نصف
- (3) بعد مرور زمن عمر نصف

الكمية الأصلية من العنصر المشع	
1/2 متبقى	1/2 متحلل
1/4	3/4 متحلل
1/8	7/8 متحلل

ويمكن

ويحسب عمر النصف  $t_{1/2}$  من العلاقة :

$$t_{1/2} = \frac{D}{\lambda}$$

حيث  $D$  : عدد ذرات العنصر المشع

\* ويمكن تحديد عمر الصخور والمعادن بدلالة عمر النصف لنظير الكربون 14

**ما أهمية معرفة عمر النصف للنظائر المشعة بالنسبة لعلماء الجيولوجيا ؟**







بقدر عدد أنوية اليود المشع  $^{131}\text{I}$   
إلى النصف بعد 8 days

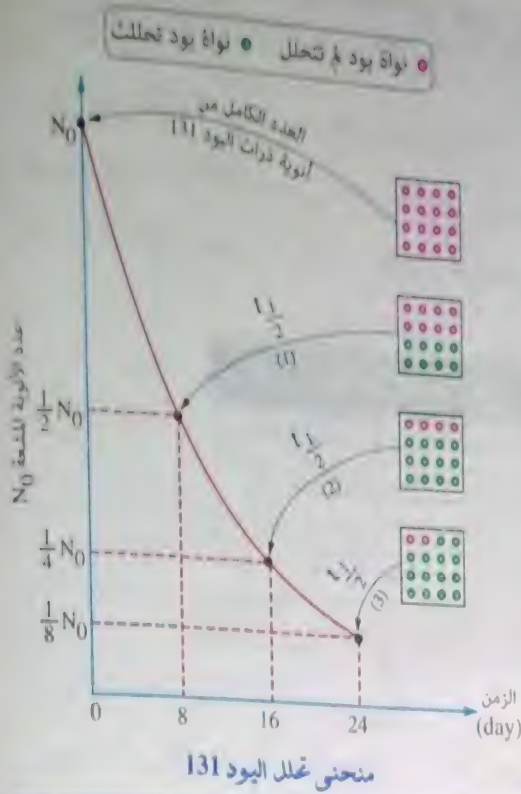
**ما معنى أن عمر النصف لنظير اليود  $^{131}\text{I}$  يساوي 8 days ؟**

أى أن

الزمن اللازم لتحلل عدد أنوية

ذرات اليود  $^{131}\text{I}$  إلى نصف عدده

الأصلي في عينة منه يساوي 8 days



### تطبيق التحلل الإشعاعي لنظير اليود $^{131}\text{I}$

• إذا كان لدينا عينة من اليود  $^{131}\text{I}$  كتلتها 100 g، فإن كتلتها تتناقص إلى النصف بعد مرور كل زمن عمر نصف (8 days).

كما يتضح من الجدول والشكل التاليين :

الكتلة المتبقية (g)	الزمن (day)
100	0
$100 \div 2 = 50$	$0 + 8 = 8$
$50 \div 2 = 25$	$8 + 8 = 16$
$25 \div 2 = 12.5$	$16 + 8 = 24$

وهكذا

### أمثلة

(١) احسب عمر النصف لعنصر مشع، إذا علمت أن عينة منه كتلتها 12 g يتبقى منها 1.5 g بعد مرور 45 days

الحل :  $12 \text{ g} \xrightarrow[(1)]{t_{1/2}} 6 \text{ g} \xrightarrow[(2)]{t_{1/2}} 3 \text{ g} \xrightarrow[(3)]{t_{1/2}} 1.5 \text{ g}$

$\therefore D \text{ (عدد مرات التحلل)} = 3$

$\therefore t_{1/2} = \frac{t}{D} = \frac{45}{3} = 15 \text{ days}$



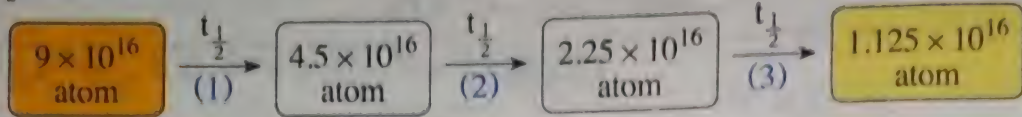


## الدرس الأول

(٢) عينة من الخشب تحتوي على  $9 \times 10^{16}$  نواة ذرة كربون له عمر النصف له 5600 years ما عدد أنوية الكربون 14 التي تظل موجودة في عينة الخشب بعد مرور 16800 years ؟

الحل :

$$D = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{16800}{5600} = 3$$

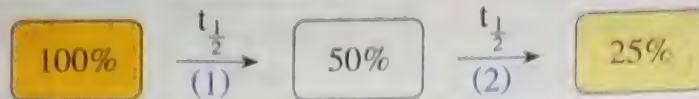


∴ عدد الأنوية التي تظل موجودة في عينة الخشب =  $1.125 \times 10^{16}$  atom

(٣) احسب عمر النصف لعنصر مشع تتحلل 75% من أنويته بعد مرور 12 min

الحل : ∴ 75% من الأنوية قد تحللت.

∴ النسبة المتبقية =  $25\% = 75\% - 100\%$



∴  $D = 2$

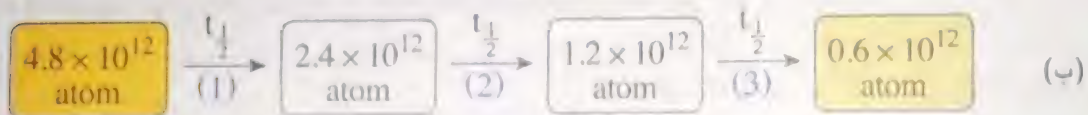
$$\therefore t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{D} = \frac{12}{2} = 6 \text{ min}$$

(٤) عينة من عنصر مشع عدد ذراتها  $4.8 \times 10^{12}$  atom تحللت  $\frac{7}{8}$  من كتلة ذراتها بعد مرور 9 months

احسب : (١) عدد الذرات المتبقية من هذا العنصر. (ب) عمر النصف لهذا العنصر المشع.

الحل : (١) ∴  $\frac{7}{8}$  من الكتلة قد تحللت. ∴ الكتلة المتبقية =  $\frac{1}{8} = \frac{7}{8} - 1$  الكتلة الأصلية

$$\therefore \text{عدد الذرات المتبقية} = 4.8 \times 10^{12} \times \frac{1}{8} = 0.6 \times 10^{12} \text{ atom}$$



∴  $D = 3$

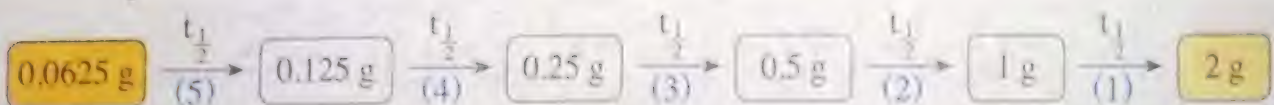
$$\therefore t_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{D} = \frac{9}{3} = 3 \text{ months}$$

(٥) احسب الكتلة الأصلية لعنصر مشع تبقى منه 0.0625 g بعد مرور 2.5 day

علماً بأن عمر النصف له 0.5 day

الحل :

$$D = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{2.5}{0.5} = 5$$



∴ الكتلة الأصلية = 2 g



(٦) ما الزمن اللازم لتحلل 53% من أنوية عنصر مشع، فترة عمر النصف له 32 min ؟

الحل :

$$32 \text{ min} \xrightarrow{\text{تلازم لتحلل}} 50\%$$

$$? \text{ min} \longrightarrow 53\%$$

$$34 \text{ min} = \frac{32 \times 53}{50} = 53\%$$

(٧) كم ذرة تبقى من 1 mol من عنصر الثوريوم 234 المشع بعد مرور 72.3 days ؟

علمًا بأن عمر النصف له 24.1 days

الحل :

$$D = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{72.3}{24.1} = 3$$

∴ عدد ذرات 1 mol من عنصر الثوريوم 234 =  $6.02 \times 10^{23}$  atom

$$6.02 \times 10^{23} \text{ atom} \xrightarrow{(1) \frac{t_{\frac{1}{2}}}{2}} 3.01 \times 10^{23} \text{ atom} \xrightarrow{(2) \frac{t_{\frac{1}{2}}}{2}} 1.505 \times 10^{23} \text{ atom} \xrightarrow{(3) \frac{t_{\frac{1}{2}}}{2}} 0.7525 \times 10^{23} \text{ atom}$$

∴ عدد الذرات المتبقية =  $0.7525 \times 10^{23}$  atom

(٨) الجدول المقابل يوضح عملية تحلل 80 g من

عنصر مشع خلال فترة زمنية مقدارها 8 days :

كتلة العنصر (g)	80	40	20	10	5
الزمن (day)	0	2	4	6	8

(أ) ما عمر النصف لهذا العنصر المشع ؟

(ب) ما الكتلة المتبقية من هذا العنصر بعد مرور 4 days ؟

(ج) ما كتلة الأنوية المتحللة بعد مرور 6 days ؟

(د) احسب الزمن اللازم لوصول كتلة هذا العنصر إلى 2.5 g

الحل :

(أ) ∴ كتلة العنصر (80 g) أصبحت (40 g) خلال 2 days

∴ عمر النصف = 2 days

(ب) 20 g من الجدول مباشرة.

(ج) ∴ كتلة العنصر المشع بعد مرور 6 days = 10 g

∴ كتلة الأنوية المتحللة =  $80 - 10 = 70 \text{ g}$

$$80 \text{ g} \xrightarrow{(1) \frac{t_{\frac{1}{2}}}{2}} 40 \text{ g} \xrightarrow{(2) \frac{t_{\frac{1}{2}}}{2}} 20 \text{ g} \xrightarrow{(3) \frac{t_{\frac{1}{2}}}{2}} 10 \text{ g} \xrightarrow{(4) \frac{t_{\frac{1}{2}}}{2}} 5 \text{ g} \xrightarrow{(5) \frac{t_{\frac{1}{2}}}{2}} 2.5 \text{ g} \quad (د)$$

$$\therefore D = 5$$

$$\therefore t = \frac{t_{\frac{1}{2}}}{2} \times D = 2 \times 5 = 10 \text{ days}$$



## ثانياً

## تفاعلات التحول النووي (العنصري)

تفاعلات التحول النووي (العنصري)

تفاعلات نووية يتم فيها قذف نواة عنصر ما (يُعرف بالهدف) بجسيم ذو طاقة حركة مناسبة (يُعرف بالقذيفة)، فتتحول إلى نواة عنصر جديد.

\* الجدول التالي يوضح بعض الأمثلة على القذائف :

القذيفة	ألفا	البروتون	الديوتيريون	النيوترون
الرمز	${}^4_2\text{He}$	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^1_0\text{n}$

## للإيضاح فقط



\* وللوصول بطاقة حركة القذيفة إلى المستوى المطلوب، يتم تسريعها باستخدام أجهزة المعجلات النووية، مثل :

- جهاز فان دي جراف.
- جهاز السيكلوترون.

؟ اذكر أهمية جهاز فان دي جراف و جهاز السيكلوترون.

## تطبيقات

1 استخدام جسيم ألفا  ${}^4_2\text{He}$  كقذيفة

- \* ينسب أول تفاعل تحول صناعي للعناصر إلى العالم رذرفورد عام 1919، حيث استخدم جسيمات ألفا كقذيفة.

- غاز النيتروجين كهدف كالتالي :

علامة \* الموضوعة أمام جسيم العنصر تشير إلى أن نواة هذا العنصر غير مستقرة تتحلل خلال لحظات



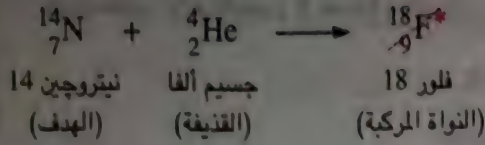




## الدرس الثالث

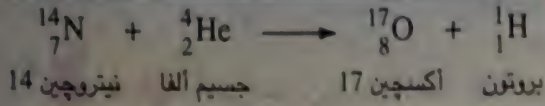
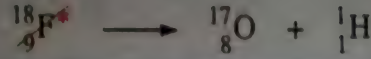
### الخطوة ① :

عند اصطدام جسيم ألفا بنواة النيتروجين 14 تتكون نواة نظير الفلور 18 غير المستقرة عالية الطاقة، لذا تُعرف بالنواة المركبة.



### الخطوة ② :

تتخلص نواة الفلور 18 من طاقتها الزائدة عن طريق انبعاث بروتون سريع خلال زمن قدره  $10^{-9}$  s، فنتحول إلى نواة نظير الأكسجين 17 المستقر.

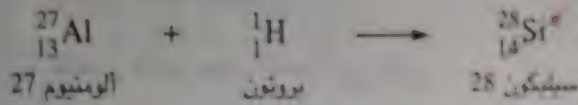


معادلة تحول نظير النيتروجين 14 إلى نظير الأكسجين 17

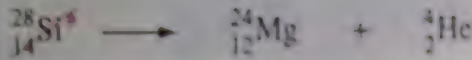
**وضع بالمعادلات النووية** تفاعل قذف نواة نيتروجين بجسيم ألفا.

### ٢ استخدام البروتون ${}^1_1\text{H}$ كقذيفة

تفاعل قذف نواة الألومنيوم 27 بقذيفة بروتون :



### الخطوة ① :



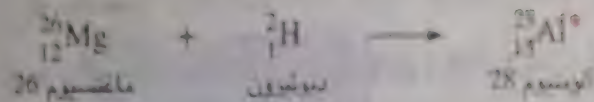
### الخطوة ② :



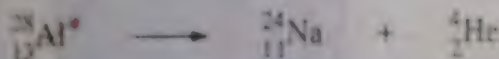
معادلة تحول نظير الألومنيوم 27 إلى نظير المغنيسيوم 24

### ٣ استخدام الديوتيريوم ${}^2_1\text{H}$ كقذيفة

تفاعل قذف نواة الماغنسيوم  ${}^{26}_{12}\text{Mg}$  بقذيفة ديوتيريوم :



### الخطوة ① :



### الخطوة ② :



معادلة تحول نظير الماغنسيوم 26 إلى نظير الصوديوم 24



٤ استخدام النيوترون  ${}^1_0n$  كقذيفة

\* تفاعل قذف نواة الليثيوم 6 بقذيفة نيوترون :



معادلة تحول نظير الليثيوم 6 إلى نظير التريتيوم

**علل :** يُعتبر النيوترون من أفضل القذائف.

لأنه لا يحتاج إلى سرعة عالية لاختراق النواة حيث أنه جسيم متعادل الشحنة، لا يلاقى تنافرًا مع الإلكترونات المحيطة بالنواة.

## موازنة المعادلات النووية

\* يراعى عند موازنة المعادلات النووية تحقيق القانونين الآتيين :

• قانون حفظ الشحنة.

• قانون حفظ المادة (الكتلة).

\* يقتضى قانون حفظ الشحنة أن يكون :

$$\text{مجموع الأعداد الذرية للمتفاعلات} = \text{مجموع الأعداد الذرية للنواتج}$$

«الطرف الأيسر من المعادلة النووية»      «الطرف الأيمن من المعادلة النووية»

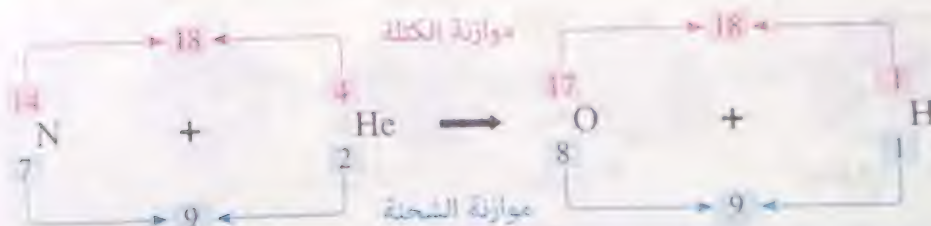
\* يقتضى قانون حفظ المادة (الكتلة) أن يكون :

$$\text{مجموع الأعداد الكتلية للمتفاعلات} = \text{مجموع الأعداد الكتلية للنواتج}$$

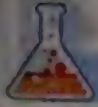
«الطرف الأيسر من المعادلة النووية»      «الطرف الأيمن من المعادلة النووية»

## تطبيق

موازنة الشحنة والكتلة في تفاعل قذف نواة النيتروجين 14 بجسيم ألفا  ${}^4_2\text{He}$





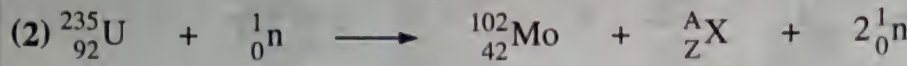
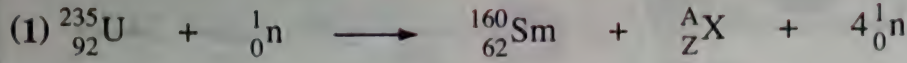


## الدرس الثاني

### مثال

في ضوء معرفتك بتحقيق المعادلة النووية لقانون حفظ الشحنة وقانون حفظ المادة،

استنتج العدد الكتلي و العدد الذري للعنصر الوليد X المجهول في المعادلتين التاليتين :



الحل :

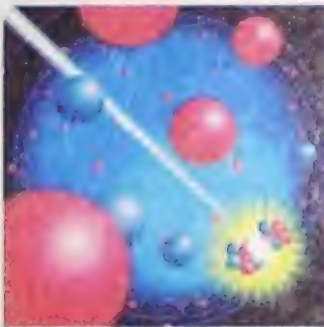
المعادلة (2)	المعادلة (1)	تحقيق قانوني حفظ الشحنة والمادة
$235 + 1 = 236$		مجموع الأعداد الكتلية للمتفاعلات
$102 + A + (2 \times 1) = 104 + A$	$160 + A + (4 \times 1) = 164 + A$	مجموع الأعداد الكتلية للنواتج
$236 = 104 + A$ $\therefore A = 132$	$236 = 164 + A$ $\therefore A = 72$	العدد الكتلي A للعنصر الوليد
$92 + 0 = 92$		مجموع الأعداد الذرية للمتفاعلات
$42 + Z + (2 \times 0) = 42 + Z$	$62 + Z + (4 \times 0) = 62 + Z$	مجموع الأعداد الذرية للنواتج
$92 = 42 + Z$ $\therefore Z = 50$	$92 = 62 + Z$ $\therefore Z = 30$	العدد الذري Z للعنصر الوليد

## تفاعلات الانشطار النووي

ثالثاً

### الانشطار النووي

تفاعل يتم فيه قذف نواة ثقيلة بقذيفة نووية خفيفة، ذات طاقة حركة منخفضة، فتتشرط إلى نواتين متفارقتين في الكتلة، وعدد من النيوترونات وطاقة هائلة.

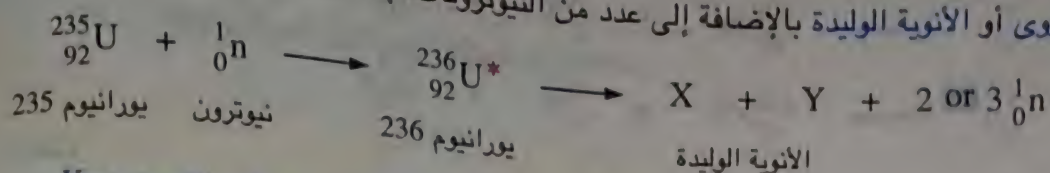


انشطار نووي

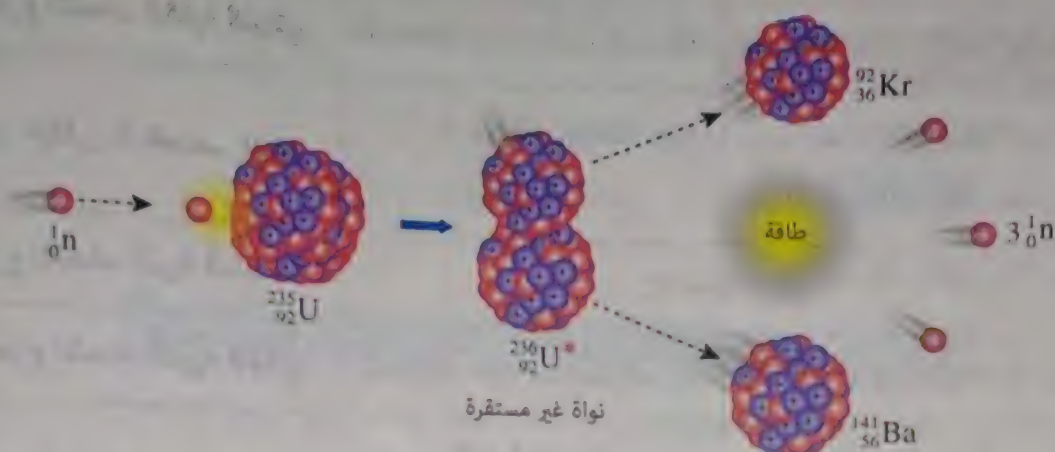
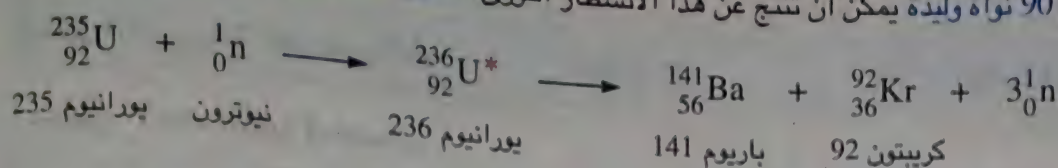


### تطبيق تفاعل انشطار نواة اليورانيوم 235

\* عند توجيه قذيفة نيوترون بطيء إلى نواة اليورانيوم 235، فإنها تتحول إلى نظير اليورانيوم 236 غير المستقر والذي لا تزيد مدة بقاءه عن  $10^{-12}$  s، حيث يتحول إلى نواتين X، Y يطلق عليهما اسم شظايا الانشطار النووي أو الأنوية الوليدة بالإضافة إلى عدد من النيوترونات، بما يحقق قانون بقاء الكتلة.

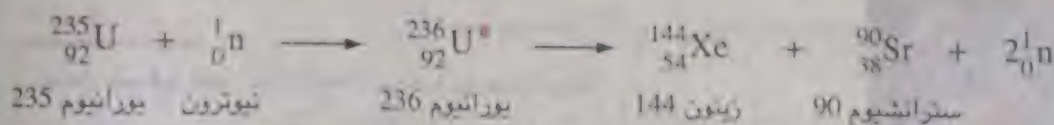
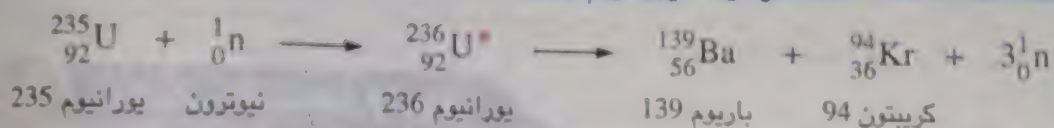


\* وهناك حوالي 90 نواة وليدة يمكن أن تنتج عن هذا الانشطار النووي، أشهرها الباريوم Ba و الكريبتون Kr :



انشطار نواة اليورانيوم 235 عند قذفها بنيوترون

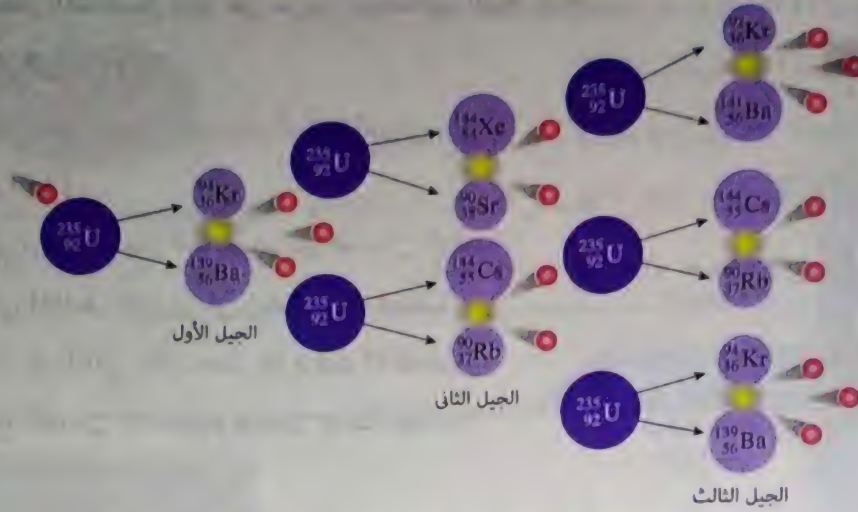
\* ومن أمثلة التفاعلات المحتملة لانشطار نواة اليورانيوم 235 :







## التفاعل المتسلسل



### التفاعل الانشطاري المتسلسل لليورانيوم 235



تصور لمفهوم التفاعل المتسلسل

\* تقوم النيوترونات الناتجة من التفاعلات النووية الانشطارية بدور القذائف لتفاعلات انشطارية مماثلة، وهكذا يستمر التفاعل الانشطاري بمجرد بدئه ولهذا يوصف بالتفاعل المتسلسل.

#### التفاعل المتسلسل

تفاعل نووي انشطاري، تستخدم النيوترونات الناتجة منه كقذائف، بشكل يضمن استمراره تلقائياً بمجرد بدئه.

\* يتولد عن التفاعل الانشطاري المتسلسل لليورانيوم 235

طاقة حرارية ضخمة ... **علل؟**

لاستمرار عملية شطر أنوية اليورانيوم والتي تتزايد باستمرار التفاعل نتيجة للزيادة المستمرة في أعداد النيوترونات.

**علل :** يستمر التفاعل المتسلسل

تلقائياً بمجرد بدئه.

### فكرة عمل المفاعل النووي الانشطاري

\* تعتبر المفاعلات النووية الانشطارية من التطبيقات السلمية الهامة للتفاعلات الانشطارية المتسلسلة،

والتفاعل الأساسي فيها هو تفاعل انشطار نواة اليورانيوم 235

\* يستخدم في المفاعل كمية من اليورانيوم تساوي

الحجم الحرج ... **علل؟**

لضمان استمرار التفاعل المتسلسل بنفس معدله

الابتدائي البطيء لإنتاج طاقة دون حدوث انفجار.

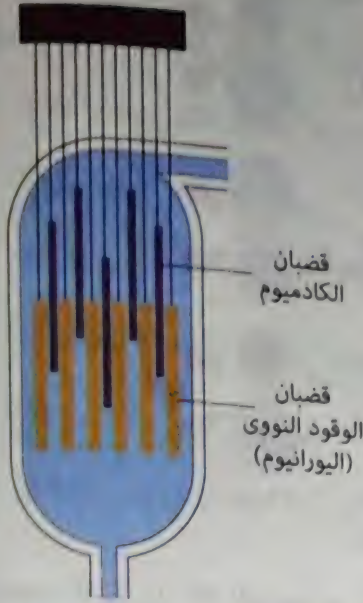
كمية اليورانيوم 235 التي يقوم فيها نيوترون واحد - في المتوسط - من كل تفاعل ببدء تفاعل جديد.

**علل :** لا يستخدم في المفاعلات الانشطارية كمية من اليورانيوم حجمها أكبر بكثير من الحجم الحرج.



\* تتميز هذه المفاعلات بإمكانية التحكم في معدل حدوث تفاعلات الانشطار المتسلسل فيها عن طريق امتصاص النيوترونات بواسطة التحكم في :

(١) وضع قضبان الكادميوم بين قضبان الوقود النووي (اليورانيوم 235) :



حيث يؤدي إنزال قضبان الكادميوم بين قضبان الوقود النووي في المفاعل النووي إلى زيادة معدل امتصاص النيوترونات، وبالتالي يقل معدل تفاعلات الانشطار، أما عند رفع قضبان الكادميوم فتحدث عملية عكسية.

(٢) عدد قضبان الكادميوم المستخدمة :

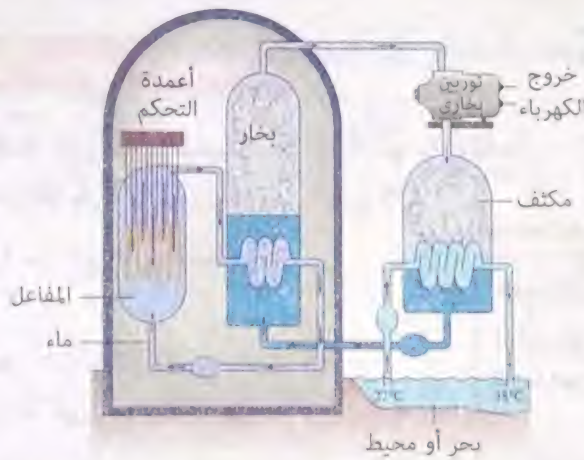
حيث تؤدي زيادة عدد قضبان الكادميوم المستخدمة إلى زيادة معدل امتصاص النيوترونات، وبالتالي يقل معدل تفاعلات الانشطار.

التحكم في معدل تفاعلات الانشطار النووي عن طريق قضبان الكادميوم

### ما النتائج المترتبة على :

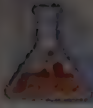
- (١) رفع قضبان الكادميوم من بين قضبان الوقود النووي في المفاعل النووي.
- (٢) زيادة عدد قضبان الكادميوم المستخدمة في المفاعل النووي.

\* تستخدم الطاقة الحرارية الناتجة عن بعض التفاعلات النووية بالمفاعل النووي في تسخين الماء حتى الغليان واستغلال البخار الناتج في إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء.



تستخدم المفاعلات النووية في إنتاج الطاقة (توليد الكهرباء) للإيضاح فقط





## فكرة عمل القنبلة الانشطارية



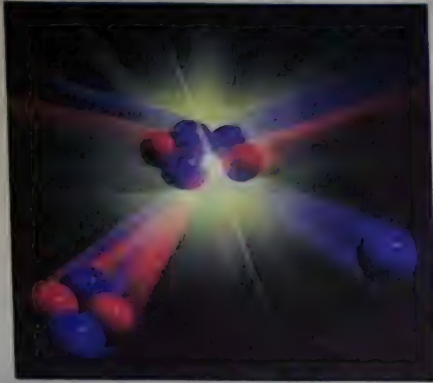
\* تعتبر القنبلة النووية الانشطارية من التطبيقات للاسلمية (الحربية) للتفاعلات الانشطارية المتسلسلة.

\* يستخدم في القنبلة الانشطارية كمية من اليورانيوم 235 أكبر بكثير من الحجم الحرج ... **علل؟** لضمان استمرار التفاعل الانشطاري بمعدل سريع وهو ما يؤدي إلى حدوث انفجار.

غودج للقنبلة التي ألقيت على مدينة نجازاكي في 9 أغسطس 1945

## تفاعلات الاندماج النووي

وأيضا



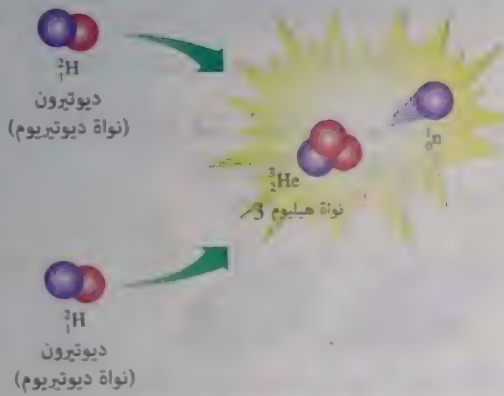
اندماج نووي

### الاندماج النووي

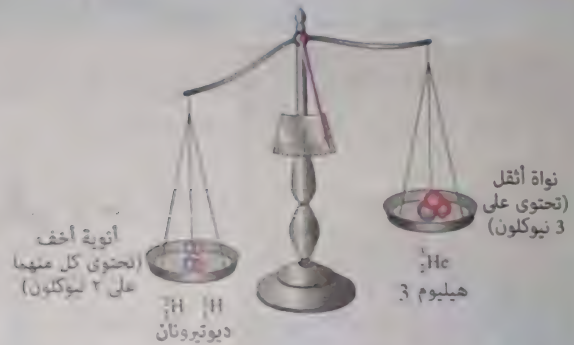
عملية دمج نواتين خفيفتين، لتكوين نواة عنصر آخر أثقل من أي منهما وكتلتها أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة.

\* وتعتبر التفاعلات النووية الاندماجية مصدر الطاقة المدمرة للقنبلة الهيدروجينية.

### تطبيق اندماج ديوتيريونان لتكوين نواة هيليوم 3



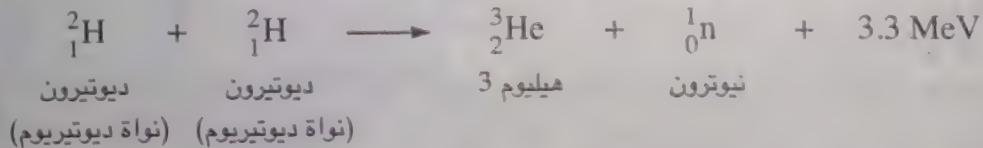
عملية اندماج ديوتيريونان



كتلة النواة الناتجة أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة

\* عند اندماج ديوتيريونان  ${}^2_1\text{H}$  معًا، تكون كتلة النواتج أقل من كتلة المتفاعلات ... **علل؟**

لتحول الفرق في الكتلة إلى طاقة مقدارها 3.3 MeV





**سؤال :** حدوث تفاعلات نووية اندماجية داخل نجم الشمس وصعوبة تحقيق ذلك في المختبرات. لأن التفاعلات النووية الاندماجية تتم عند درجة حرارة مرتفعة جدًا من رتبة  $10^7$  درجة كلفينية (مطلقة).

**قارن بين التفاعلات الكيميائية و التفاعلات النووية.**

التفاعلات الكيميائية	التفاعلات النووية
تتم بين ذرات العناصر المتفاعلة عن طريق إلكترونات مستويات الطاقة الخارجية	تتم بين أنوية ذرات العناصر المتفاعلة عن طريق نيوكلونات (مكونات) النواة
لا تؤدي إلى تحول العنصر إلى عنصر آخر	تؤدي إلى تحول العنصر إلى نظيره أو إلى عنصر آخر
نظائر العنصر الواحد تعطي نفس النواتج	نظائر العنصر الواحد تعطي نواتج مختلفة
تكون مصحوبة بانطلاق أو امتصاص قدر محدد من الطاقة	تكون مصحوبة بانطلاق كميات هائلة من الطاقة

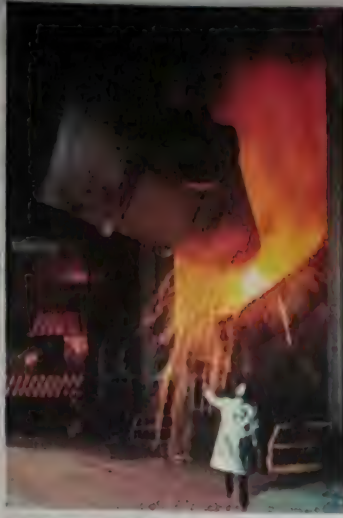
### الاستخدامات السلمية للنظائر المشعة

المجال	الاستخدام السلمى
مجال الطب	<p>* قتل الخلايا السرطانية، عن طريق :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• توجيه أشعة جاما المنبعثة من نظير أيًا من الكوبلت 60 أو السيزيوم 137 المشع إلى مركز الورم (الهدف).</li> <li>• غرس إبر تحتوى على نظير الراديوم 226 المشع فى الورم السرطانى.</li> </ul>



استخدام أشعة جاما فى قتل الخلايا السرطانية





عملية صب الصلب المنصهر

\* التحكم الآلى فى بعض خطوط الإنتاج كما يحدث عند صب الصلب المنصهر، حيث يتم وضع مصدر لأشعة جاما، مثل نظير الكوبلت (60)، أو نظير السيزيوم 137 عند أحد جوانب الإناء الذى يُصب فيه وعلى الجانب الآخر كاشف إشعاعى حساس لأشعة جاما، وعندما تصل كتلة الصلب إلى حد معين، لا يستطيع الكاشف استقبال أشعة جاما، فتتوقف عملية الصب.

مجال  
الصناعة

ما النتائج المترتبة على تعريض بذور النباتات لجرعات من أشعة جاما ؟



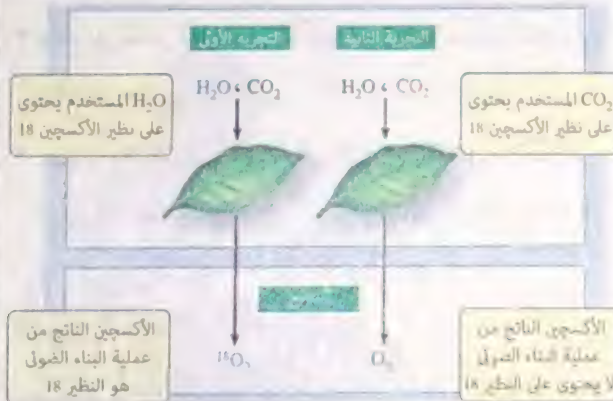
عينتان من الفراولة فتركهما فى الهواء لمدة ٣ أيام  
(العينة اليسرى فترعرضها لأشعة جاما)

\* إحداث طفرات بالأجنة وانتخاب الصالح منها لإنتاج نباتات أكثر إنتاجية ومقاومة للآفات الزراعية، وذلك عن طريق تعريض البذور لجرعات مختلفة من أشعة جاما.

\* تعقيم ذكور الحشرات باستخدام أشعة جاما ... **علل ؟** للحد من انتشار الآفات الزراعية.

\* تعقيم المنتجات النباتية والحيوانية باستخدام أشعة جاما ... **علل ؟** لحفظها من التلف، وإطالة فترة تخزينها.

مجال  
الزراعة



الأكسجين الناتج من عملية البناء الضوئى

مصدره الماء وليس غاز  $CO_2$

\* الشكل للإيضاح فقط \*

\* تتبع مسار (دورة) بعض المواد فى النبات بإدخال نظائر مشعة فى المواد الأساسية التى يستخدمها النبات، ثم تتبع الإشعاعات الصادرة منها لمعرفة دورتها فى النبات كإدخال ماء به أكسجين مشع  $^{18}O$  وتتبع أثره.

مجال  
البحوث العلمية



## الآثار الضارة للإشعاعات النووية

يوجد نوعان من الإشعاعات، هما :

٢ الإشعاعات غير المؤينة

١ الإشعاعات المؤينة

### ١ الإشعاعات المؤينة

#### الإشعاعات المؤينة

الإشعاعات التي تحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض لها.

\* تسمية الإشعاعات المؤينة بهذا الاسم ... **علل؟**  
لأنه عند سقوطها على أى جسم، تتصادم مع الذرات المكونة له، مسببة تأينها.

#### أمثلة:

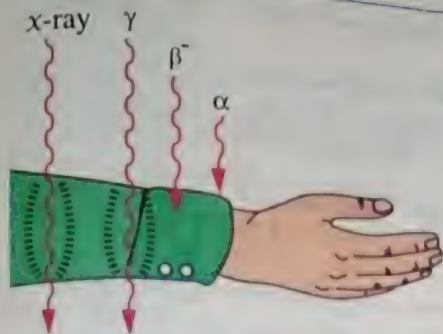
- أشعة ألفا ( $\alpha$ ).
- أشعة بيتا ( $\beta^-$ ).
- أشعة جاما ( $\gamma$ ).
- الأشعة السينية (x-ray).

#### أضرارها:

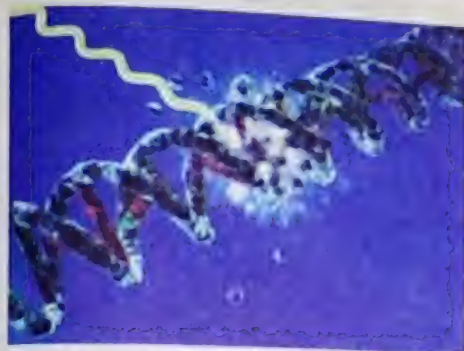
\* عند سقوط إشعاع مؤين على الخلية الحية، فإنه يؤدي إلى تأين جزيئات الماء - التي تمثل الجزء الأكبر من تركيبها - مما يؤدي إلى تلف الخلية وتكسير الكروموسومات الموجودة بداخلها وإحداث بعض التغيرات الجينية بها.

\* استمرار التعرض للإشعاعات المؤينة يؤدي إلى :

- منع أو تأخر انقسام الخلايا أو زيادة معدل انقسامها، وهو ما يؤدي إلى تكون الأورام السرطانية.
- حدوث تغيرات مستديمة في الخلايا، تنتقل وراثيًا إلى الأجيال التالية، وتكون النتيجة ظهور أجيال جديدة، تحمل صفات مخالفة لصفات الأبوين.
- موت الخلايا.



مدى نفاذية الإشعاعات المؤينة في جسم الإنسان



الإشعاع المؤين يدمر الكروموسومات



تسبب الإشعاعات المؤينة في تكوين الأورام السرطانية

#### ما النتائج المترتبة على :

- (١) سقوط إشعاع مؤين على الخلية الحية.
- (٢) استمرار تعرض الخلايا للإشعاعات المؤينة لفترة زمنية طويلة.



## الإشعاعات غير المؤينة

### الإشعاعات غير المؤينة

الإشعاعات التي لا تحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض لها.



أشعة ليزر

### أمثلة:

- أشعة الراديو «التي تنبعث من الهواتف المحمولة».
- أشعة الميكروويف.
- الأشعة فوق البنفسجية.
- أشعة الليزر.
- الضوء المرئي.

### أضرارها:

\* الإشعاعات الصادرة من أبراج تقوية المحمول قد

تسبب تغيرات فسيولوجية في الجهاز العصبي

تظهر على هيئة:

- صداع.
- دوار (دوخة).
- إعياء.

وقد يصل الأمر إلى فقدان الذاكرة،

لذلك اتفق العلماء على أن المسافة الآمنة بين

المساكن وأبراج التقوية يجب ألا تقل عن 6 m



الإشعاعات الصادرة من أبراج تقوية المحمول

\* المجال المغناطيسي والكهربائي لأشعة الراديو

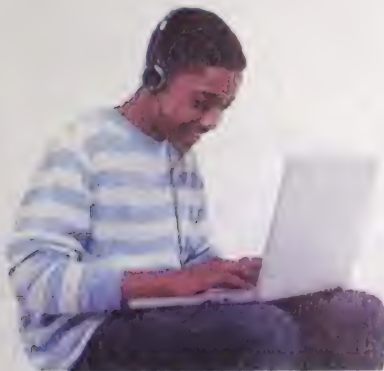
الصادرة من الهواتف المحمولة يؤثر على خلايا

الجسم، بالإضافة إلى أن امتصاص خلايا الجسم

لهذه الأشعة يتسبب في ارتفاع درجة حرارتها.

\* وقد أشارت بعض الأبحاث إلى أن وضع الحاسب

المحمول (اللاب توب) على الركبتين يؤثر على الخصوبة.



وضع اللاب توب على الركبتين  
يؤثر على الخصوبة



• اذكر بعض الأمثلة للأشعة غير المؤينة.

• وضع الآثار الضارة للإشعاعات الصادرة من:

- الهواتف المحمولة. - اللاب توب.

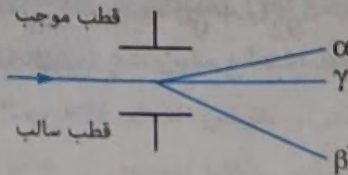
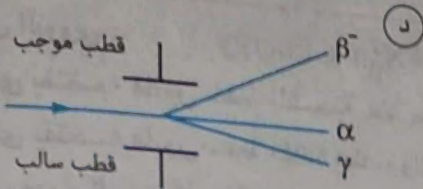
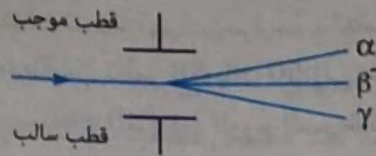
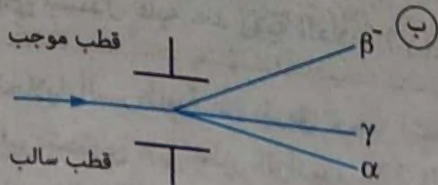


## نموذج بوكليت على الباب الخامس

١٠ × ١ = ١٠ درجات

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من ١ : ١٠

١ تتبع حزمة من الدقائق من عنصر مشع لتمر خلال قطبي مجال كهربى، أيًا من هذه الاختيارات تعبر عن المسار الصحيح لهذه الدقائق ؟ .....



٢ كل الجسيمات الآتية مشحونة، عدا .....

- أ جسيم ألفا. ب جسيم بيتا. ج النيوترون. د البروتون.

٣ العناصر الآتية لها نظائر مشعة .. أيًا منها يعتبر مصدرًا للطاقة بسبب نشاطه الإشعاعى ؟ .....

- أ الكربون. ب الهيدروجين. ج اليود. د اليورانيوم.

٤ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر تعبيرًا صحيحًا عن الكواركات المكونة للبروتون والنيوترون ؟ .....

الاختيار	أ	ب	ج	د
البروتون	dud	duu	udd	ddd
النيوترون	duu	udd	duu	uuu

٥ أيًا من الاختيارات الآتية تعبر تعبيرًا صحيحًا عن أشعة جاما وجسيم بيتا ؟ .....

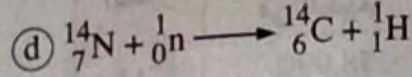
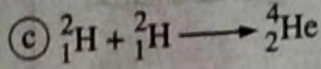
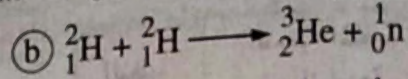
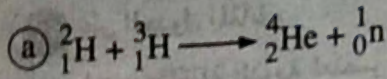
الاختيار	أشعة جاما	جسيم بيتا
أ	سرعتها كبيرة جدًا	من الموجات الكهرومغناطيسية
ب	من الموجات الكهرومغناطيسية	نواة ذرة الهيليوم
ج	من الموجات الكهرومغناطيسية	قدرته على النفاذ متوسطة
د	سرعتها كبيرة جدًا	لا تتأثر بالمجال الكهربى





## نموذج بوكليت على الباب الخامس

كل مما يأتى من تفاعلات الاندماج النووى، عدا .....



من وسائل قتل الخلايا السرطانية، غرس إبر فيها تحتوى على نظير .....

(أ) الراديوم 226 الذى يشع جسيمات ألفا.

(ب) الكوبلت 60 الذى يشع أشعة جاما.

(ج) السيزيوم 137 الذى يشع أشعة جاما.

(د) السترانشيوم 90 الذى يشع جسيمات بيتا.

تعتمد فكرة عمل القنبلة الانشطارية على .....

(أ) استخدام كمية من اليورانيوم 238 أكبر من الحجم الحرج.

(ب) حدوث تفاعل متسلسل لنظير اليورانيوم 235

(ج) وضع قضبان من الكادميوم بين قضبان اليورانيوم 235

(د) حدوث تفاعل انشطاري بمعدل سريع يؤدي إلى انفجار ذرات اليورانيوم 238

أسهم كل العلماء الآتين فى وصف تركيب الذرة، عدا العالم .....

(أ) أينشتاين.

(ب) رذرفورد.

(ج) بور.

(د) شادويك.

إذا علمت أن كتلة النيوترون = 1.00866 u وكتلة البروتون = 1.00728 u وطاقة الترابط النووى لكل نيوكلون فى نواة السيليكون  ${}^{28}_{14}\text{Si}$  تساوى 8.21275 MeV ما قيمة الكتلة الفعلية لنواة

نظير السيليكون 28 ؟ .....

(a) 28.22316 u

(b) 27.97616 u

(c) 229.957 u

(d) 279.7616 u

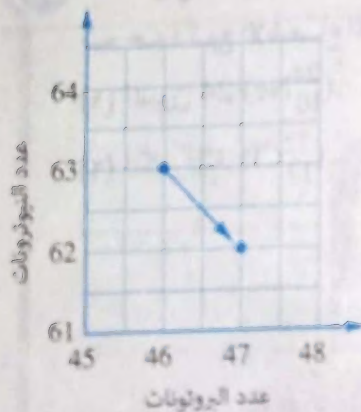
اكتب المعادلة النووية الموزونة المعبرة عن

العملية الموضحة بالشكل البياني المقابل.

علمًا بأن

• العدد الذرى لنظير Pd يساوى 46

• العدد الذرى لنظير Ag يساوى 47





النظير	النسبة المئوية في الطبيعة	الكتلة الذرية النسبية
$^{24}_{12}\text{Mg}$	78.99%	23.985 u
$^{25}_{12}\text{Mg}$	10%	24.986 u
$^{26}_{12}\text{Mg}$	11.01%	25.983 u

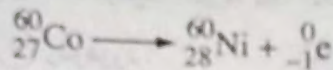
درجة 1

١٢ من الجدول المقابل،

احسب الكتلة الذرية لعنصر الماغنسيوم Mg

درجة 1

١٣ ما الكتلة المتبقية من 400 g من عينة مشعة بعد مرور 5 فترات عمر نصف عليها ؟



١٤ في التفاعل النووي

إذا كان الفرق بين كتلة النواتج والمتفاعلات يساوي 0.003 g

درجة 1

احسب كمية الطاقة الناتجة مقدرة بوحدة الجول (J).

درجة 3

١٥ حدد موقع الأنوية غير المستقرة الآتية بالنسبة لحزام الاستقرار مع التفسير.

ثم حدد نوع الإشعاع الصادر عنها للوصول إلى حالة الاستقرار

(١) النيون 24 ( $^{24}_{10}\text{Ne}$ )

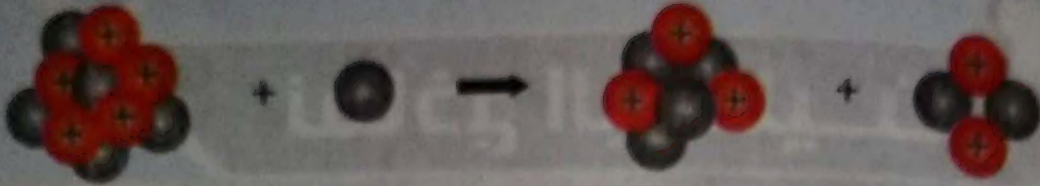
(٢) الكلور 32 ( $^{32}_{17}\text{Cl}$ )





نموذج بونكلين على الراب الخامس

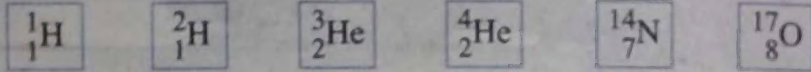
النظر الثاني بغير من عملية تحول عنصرى



(١) اكتب المعادلة النووية الموزونة المعبرة عن التفاعل الحادث.

(٢) هل النواة الوليدة مستقرة أم غير مستقرة ؟ مع التفسير.

استخدم العناصر والنظائر الآتية فى كتابة معادلتين مختلفتين تعبران تعبيراً صحيحاً عن تفاعلين نوويين. يمكن استخدام بعض العناصر والنظائر أكثر من مرة.



مذاكرة يوم بيوم  
وتفوق من أول يوم

مع

مفكرة الامتحان

